Beiträge zur Anatomie monocotyler Samen.

Inaugural-Dissertation,

der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung
der hohen philosophischen Fakultät der Universität Basel
zur Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

Karl Schulte, Apotheker

aus **Ohle** i. Westfalen.

Weida i. Thür.
Druck von Thomas & Hubert
1925.

Beiträge zur Anatomie monocotyler Samen.

Inaugural-Dissertation,

der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung
der hohen philosophischen Fakultät der Universität Basel
zur Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

Karl Schulte, Apotheker

aus **Ohle** i. Westfalen.

Weida i. Thür.
Druck von Thomas & Hubert.
1925.

Genehmigt von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung der philosophischen Fakultät der Universität Basel auf Antrag der Herren Professor Dr. H. Zörnig und Dr. W. Vischer.

Basel, den 29. Oktober 1924.

Prof. F. Zschokke.
Dekan.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meiner lieben Frau.

Die vorliegende Arbeit wurde in der pharmazeutischen Anstalt der Universität Basel ausgeführt. Für die Anregung dazu und die mir gewährte Unterstützung möchte ich meinem verehrten Lehrer,

Herrn Prof. Dr. H. Zörnig,

auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aussprechen.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 7

Spezieller Teil 8

I. Liliiflorae 8

1. Colchicum autumnale 8
2. Veratrum nigrum 23
3. Veratrum album 28
4. Schoenocaulon officinale 29
5 Asparagus officinalis 33
6. Polygonatum multiflorum 35
7. Convallaria majalis 37
8. Crocus sativus 38
9. Crocus vernus 40
10. Iris germanica 40
11. Iris pallida 40
12. Iris sibirica 44

II. Palmae 44

1. Areca catechu 44
2. Elaeis guineensis 47
3. Cocos nucifera 49
4. Phoenix dactylifera 51
5. Phytelephas macrocarpa 53
6. Phytelephas microcarpa 53
7. Coelococcus salomonensis 58
8. Coelococcus carolinensis 58
9. Hyphaene thebaica 61

Überblick und Schlußfolgerungen 63

Bestimmungsschlüssel I 74

Bestimmungstabelle der Ganzdrogen 74

Bestimmungsschlüssel II 76

Bestimmungstabelle der Samen in Pulverform 76

Figuren 1—20 80

Literaturverzeichnis 85

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548825_0113

Einleitung.

In der Literatur finden sich voneinander abweichende Angaben über die Anatomie der Samen einiger monocotyler Pflanzenfamilien, so z. B. über die Samen von Colchicum autumnale und Schoenocaulon officinale.

Da nun eine die anatomischen Merkmale auf Grund der Entwicklungsgeschichte berücksichtigende Arbeit noch nicht vorlag, veranlaßte mich Herr Prof. Dr. Zörnig, eine solche zu unternehmen, um zu versuchen, die Widersprüche, die sich in der Literatur, besonders bei Semen Colchici und Semen Sabadillae, zeigen, entwicklungsgeschichtlich richtig zu stellen. Zugleich wurde aber auch eine größere Anzahl monocotyler Samen aus der Reihe der Liliifloren, soweit sie pharmazeutisch von Interesse sind, in den Rahmen dieser Arbeit einbezogen, um durch Aufstellung eines speziell die anatomischen Verhältnisse berücksichtigenden Bestimmungsschlüssels es dem praktischen Apotheker zu ermöglichen, diese monocotylen Samen auch im zerkleinerten Zustande mit Sicherheit bestimmen zu können.

Wir beschränkten uns aber nicht allein auf die Reihe der Liliiflorae, sondern wir bringen im Anschluß noch eine Zusammenstellung der für uns wichtigsten Samen aus der Familie der Palmae, von denen ein Same, der von Areca catechu, offizinell ist, die übrigen angeführten als technisch am meisten gebräuchliche in ihren Abfällen häufig zur Verfälschung von Drogen- und Gewürzpulvern herangezogen werden und es uns darauf ankommt, diese Beimengung mit möglichster Sicherheit zu eruieren.

Über die jeweils vorliegende Literatur, soweit sie sich auf die von uns untersuchten Samen bezieht, verweisen wir eingehend bei Besprechung der einzelnen Arten. Das Untersuchungsmaterial stammt, wo nicht besondere Angaben gemacht sind, aus der Sammlung der „Pharmazeutischen Anstalt“ und dem „Botanischen Garten der Universität Basel“.

Ich möchte nicht versäumen, auch an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Zörnig, Herrn Prof. Dr. Senn, Herrn Dr. A. J. Scholz, Zürich, sowie Herrn Obergärtner Schenk für das mir gütigst zur Verfügung gestellte und besorgte Material bestens zu danken.

Spezieller Teil.

I. Liliiflorae.

Liliaceae — Melanthioideae.

Colchiceae.

Colchicum autumnale L.

Herbstzeitlose — Wiesensafran.

Heimisch auf Wiesen im mittleren und südlichen Europa sowie in Kleinasien. Die im Juni und Juli von wildwachsenden Pflanzen gesammelten Samen sind zurzeit in 19 europäischen Staaten, in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Japan offizinell.

Bei Colchicum autumnale sitzen die Samen zahlreich in dreifächerigen Kapseln und sind im frischen Zustand weiß, werden aber an der Luft oder beim Einlegen in Alkohol sowie beim Trocknen rasch bräunlich. Dieses Braunwerden der Samen, welches erst mit der völligen Reife einsetzt, das heißt, wenn die Kapsel sich öffnet und die Samen sich von der Placenta gelöst haben, wird aller Wahrscheinlichkeit nach durch ein Ferment hervorgerufen, welches die vorhandenen Tannide sich vornehmlich an den Zellmembranen als Phlobaphene absetzen läßt. Durch eine einfache Versuchsreihe konnten wir die Tannide und die Mitwirkung des Fermentes nachweisen.

Wir verwandten Mitte Mai gesammelten, noch weißen, also nicht ausgereiften Samen.

1. Nachweis der Tannide.

Dünne Schnitte in eine frisch bereitete Eisensulfatlösung gelegt, zeigten in der Samenschale die Tanninreaktion durch schwarzviolette Färbung.

2. Nachweis des Fermentes.

a) Die Kapseln wurden geöffnet und die von der Placenta gelösten Samen bei gewöhnlicher Temperatur liegen gelassen. Nach 24 Stunden zeigte sich eine gelbliche Färbung, nach 48 Stunden eine mehr gelblichbraune und nach 5 Tagen eine völlig braune Farbe.

b) Eine der 3 Fächer der Fruchtkapsel wurde geöffnet und die ganze Kapsel in Wasser von 80° getaucht. Nach 24 Stunden war noch in allen Fächern der Kapsel das Aussehen der Samen weiß und änderte sich auch nicht nach Herauslösen der Samen von der Placenta, auch nicht bei längerem Liegen.

c) Der gleiche Effekt wurde schon erzielt bei einem 1—2 Minuten langen Eintauchen der Samen in siedendes Wasser. Auf gleiche Weise verfuhren wir bei später gesammelten, ebenfalls noch weißen Samen und erzielten stets das gleiche Resultat.

Diese Versuche zeigen also, daß eine Bräunung der Samen nicht mehr eintritt nach Abtötung der Fermente durch höhere Temperaturen. Hingegen gaben alle Samen auch nach der Behandlung mit heißem oder siedendem Wasser noch die Tanninreaktion.

Bei ganz reifem Samen extrahierten wir das Phlobaphen mit Ammoniak. Durch diese Behandlung wurden die dunkelbraunen Samen bedeutend heller, zum Teil sogar wieder gelblichweiß. In dem ammoniakalischen, tiefbraun gefärbten Auszug fällte Salzsäure das Phlobaphen wieder aus. Letzteres setzte sich in braunen Flocken erst allmählich am Boden ab und konnte durch Ammoniak wieder gelöst werden.

Beim Lagern werden die anfänglich weichen, kugelförmigen Samen sehr hart und durch gegenseitigen Druck an einzelnen Stellen etwas abgeflacht; sie werden durch ausgeschiedenen Zucker anfangs klebrig, später aber wieder trocken. Frisch messen sie etwa 3 mm, getrocknet 2 mm im Durchmesser. Die Mikropyle tritt bei frischem Samen als deutliche Spitze, bei getrocknetem oft nur noch als kleine Verwölbung hervor. Die Oberfläche der getrockneten Samen ist matt, grubig punktiert oder feinrunzelig und zeigt einen stets geschrumpften, mehr oder weniger hervortretenden leistenförmigen Auswuchs, den Nabelstrangrest, der am aufgeweichten oder frischen Samen als schwammige Masse leicht abgelöst werden kann.

Das mikroskopische Querschnittsbild des Samens wird in den Pharmakopöen, Lehrbüchern und pharmakognostischen Atlanten wenig übereinstimmend beschrieben. Die jeweils abweichenden Ansichten sind, soweit sie für unsere Arbeiten in Betracht kommen, durch Sperrdruck hervorgehoben. So schreibt z. B. die Pharmacopoea Helvetica IV: „Die aus dünnwandigen, braunen, zum Teil zusammengefallenen Zellen bestehende Samenschale umschließt das grauweiße, sehr harte Endosperm, welches aus dickwandigen, reich getüpfelten, gegen das Zentrum des Samens hin radialstrahlig angeordneten Zellen besteht, die außer Öl zahlreiche, 2—12 mik. große Aleuronkörner enthalten. Der kleine Embryo liegt derjenigen Stelle des Randes, an der sich die Caruncula befindet, benachbart. Die meist etwas hellere Caruncula enthält Stärkekörner."

Pharmacopoea Austriaca VIII beschränkt sich hinsichtlich des anatomischen Bildes nur auf den Satz: „Der kleine, gerade Keim liegt in dem peripheren Teile des dichten, hornartigen, grauweißlichen Nährgewebes, fast gegenüber dem Nabelwulst".

Hier wird also die Lage des Embryo fast gegenüber dem Nabelwulst angegeben, während Ph. H. IV die Lage des Keimlings der Caruncula benachbart.

Das Deutsche Arzneibuch V hingegen sagt über die Lage des Keimlings, ähnlich wie Pharmacopoea austriaca VIII: „In diesem (Endosperm) liegt der sehr kleine, gerade Keimling nahe der Samenschale, schräg gegenüber dem Nabelstrangrest. Das mikroskopische Bild drückt das Deutsche Arzneibuch V sehr allgemein gefaßt dahin aus: „Die Samenschale besteht aus einer großzelligen Epidermis und einigen Schichten dünnwandiger, brauner, zum Teil zusammengefallener Zellen, das Endosperm aus strahlig angeordneten, dickwandigen, mit rundlichen, scharfkantigen Tüpfeln versehenen, fettes Öl und Aleuronkörner führenden Zellen. Der Nabelstrang enthält bisweilen Stärkekörner.

Ebenso ungenau sind auch die Angaben in den einzelnen Lehrbüchern. A. Meyer[1] behandelt in seinem Werke die Entwicklungsgeschichte des Colchicumsamens ziemlich genau und stellt fest, daß die Samenanlage hemianatrop ist. Über die

[1] A. Meyer, Wissenschaftliche Drogenkunde, pag. 161—164, Berlin 1891.

Anatomie der Samenschale in den einzelnen Entwicklungsstadien sagt Meyer nichts, er beschränkt sich auf die Samenschale des reifen Samens und schreibt: „Die braune Samenschale setzt sich aus vier leicht zu charakterisierenden Gewebearten zusammen ... Die äußerste Schicht der Samenschale besteht aus großen, tafelförmigen Epidermiszellen (Fig. 141 und 142e, pag. 162), darauf folgt eine Schicht etwas höherer, jedoch auch tafelförmiger, großer Parenchymzellen, welche sich meist durch netzförmige Plasmareste auszeichnen (Fig. 141 und 142 g). Kleine, fast isodiametrische Parenchymzellen mit, wie bei den vorigen, dünnen, braunen Wänden bilden in 1 bis 3 Schichten die nächste Lage (Fig. 141 und 142 p). Diese 3 Lagen scheinen aus dem äußeren Integument hervorgegangen zu sein. Aus dem inneren dagegen sind die 2 Schichten tafelförmiger, mit braunem, in Kalilauge langsam löslichem, mit Eisenchlorid sich dunkel färbendem Inhalte gefüllte Zellen (in Fig. 141 und 142), welche die letzte Zellage bilden, entstanden. Die Innenwand der Zellen der innersten Schicht ist stark verdickt und färbt sich mit Methylviolett intensiv, wodurch man sie gegenüber dem Endosperm sehr deutlich hervorheben kann. An diese Samenschale schließt sich das Gewebe des Funikulus, in welchem man auch die Reste des Gefäßbündels findet, an.

Wir werden im folgenden, um einen Vergleich führen zu können, die Bezeichnung A. Meyers von Zellage und Zellschicht (= Zellreihe) beibehalten und verstehen unter Schicht immer eine einreihige und unter Zellage eine ein- oder mehrfache Reihe von Zellen.

A. Meyer unterscheidet mithin 4 Zellagen (Fig. 141, pag. 162).

Erstens: Große, tafelförmige Epidermiszellen.

Zweitens: Etwas höhere, tafelförmige Parenchymzellen.

Drittens: Kleine, fast isodiametrische, dünnwandige Parenchymzellen in 1—3 Schichten.

Diese 3 Lagen scheinen A. Meyer aus dem äußeren Integument hervorgegangen zu sein.

Viertens: 2 Schichten tafelförmiger, brauner Zellen mit stark verdickter Wand, aus dem inneren Integumente herrührend.

Ebenfalls 4 Zellagen gibt Karsten[1] an (Fig. 346, pag. 191).

[1] Karsten, Lehrbuch der Pharmacognosie, Jena 1903.

Erstens: Flache, große Epidermiszellen mit ziemlich dicker Außenwand.

Zweitens: 1—2 Reihen weitlumiger, tangential gestreckter Zellen.

Drittens: 2—3 Reihen kleinere, mehr isodiametrische Zellen.

Viertens: 2 Reihen kleine, mit braunem Inhalt gefüllte Zellen.

Zörnig[1] beschreibt die 4 Zellagen folgendermaßen:

Erstens: Die äußerste Reihe besteht aus sehr großen, dickwandigen Zellen.

Die zweite Lage aus 1—2 Reihen weitlumigen, tangential gestreckten Zellen.

Die dritte aus 2—3 Reihen kleinen, mehr isodiametrischen Zellen.

Die vierte aus 2 Reihen tafelförmigen, mit braunem Inhalt gefüllten Zellen.

In folgenden Werken ist keine scharfe Unterscheidung der einzelnen Zellagen gemacht:

Möller (pag. 153, Fig. 131[2]; pag. 132, Fig. 132[3]) drückt sich sehr kurz aus: „Die braune Samenschale besitzt eine großzellige Oberhaut und darunter mehrere Reihen gleichartiger Zellen." Die Beschreibung paßt aber auch für Semen Sabadillae. Nach seiner Zeichnung Fig. 132, nicht nach seinen Angaben, kann man 3 Lagen mit gesamt 5 Reihen unterscheiden.

Erstens: Großzellige, nicht verdickte Epidermis.

Zweitens: 2 Reihen etwas kleinere Parenchymzellen.

Drittens: 2 Reihen kleine, dickwandige, mit braunem Inhalt gefüllte Zellen.

Gilg[4], pag. 43, verwendet zwar die Figur von Möller, nennt aber 5—7 dünnwandige, zusammengefallene Zellschichten (= Zellreihen), von denen er nur angibt, daß die äußerste Epidermis aus sehr flachen, großen, polygonalen Zellen mit kräftiger Wandung besteht und die zwei innersten mit braunem Inhalt erfüllt sind.

---

[1] Zörnig, Arzneidrogen, Bd. I, pag. 586f., Leipzig.

[2] Möller, Lehrbuch der Pharmakognosie, Wien 1906.

[3] Möller, Leitfaden zu mikroskopisch-pharmakognostischen Übungen, Wien 1901.

[4] Gilg, Lehrbuch der Pharmacognosie, Berlin 1922.

Mez[1] (pag. 134, Fig. 102c) faßt sich noch kürzer als Möller: „Von der braunen Samenschale ist nur die innerste Schicht von zusammengedrückten Zellen gebildet, weiter nach außen sind auch große, nicht zusammengefallene Zellen vorhanden.“ Die von Mez beigegebene Zeichnung ist hinsichtlich der Samenschale sehr unklar gehalten.

Tschirch beschreibt den Colchicumsamen in der Realenzyklopädie der gesamten Pharmazie, Band IV, pag. 73, Fig. 27, wie folgt:

„Die Samenhaut besteht aus dünnwandigen, im trockenen Samen stark kollabierten, bräunlichen Zellen, von denen eine der äußeren Reihen meist erheblich größer als die der anderen ist und deren innere Reihen tangential gestreckt erscheinen.“ An seiner Zeichnung (Fig. 27) unterscheidet Tschirch 3 Lagen mit zusammen 7 Zellreihen.

Erstens: Epidermis aus kleinen, ganz flachen Zellen.

Zweitens: 2—3 Reihen Parenchymzellen, von denen die äußere Zellreihe meist erheblich größer ist.

Drittens: Die Pigmentschicht (p) mit drei Reihen. In seinem Handbuch der Pharmakognosie, Bd. III, pag. 135, verwendet Tschirch[2] die Zeichnung von Karsten und geht näher auf die Anatomie ein, indem er vier Zellagen zu sechs Schichten angibt:

Die äußerste Zellreihe besteht aus großen, tafelförmigen Zellen.

Die zweite aus großen Parenchymzellen mit zierlichem Plasmanetz.

Die dritte und vierte aus kleineren, braunwandigen Zellen.

Die fünfte und sechste, aus dem zweiten Integument hervorgehende Schicht bildet die Pigmentschicht. Die Innenwand der sechsten Schicht ist stark verdickt.

O. Berg[3], Tafel 47 (pag. 93), geht nur sehr kurz auf die Anatomie ein und schreibt: „Die Samenhaut besteht aus mehreren Reihen dünnwandiger, dunkelbrauner, nach innen allmählich flacheren Zellen.“

---

[1] Mez, Mikroskopische Untersuchungen, vorgeschrieben vom D. A. V, Berlin 1902.

[2] Tschirch, Handbuch der Pharmacognosie, Bd. III, Leipzig 1917.

[3] O. Berg, Anatomischer Atlas zur pharmazeutischen Warenkunde, Berlin 1865.

Vogl[1], Tafel 33, und Commentar, pag. 215[2], gibt folgende Beschreibung: Die Samenhaut wird unter der Oberhaut aus wenigen Reihen von im äußeren Teile weiteren, etwas tangential gestreckten, im inneren Teile engeren, bräunlich gelben Zellen zusammengesetzt. Die innerste Schicht ist eine Lage tangential gestreckter, enger Zellen. Nach Tafel 33 unterscheidet Vogl drei Zellagen:

Erstens: Eine Epidermis mit verdickter Oberhaut.

Zweitens: 1—2 Reihen weitlumiger Zellen.

Drittens: 1—2 Reihen enge, mit Farbstoff gefüllte Zellen.

Harz[3] zeichnet alle Zellen der Samenschale gleich und schreibt: Die Samenschale ist dünn, der Embryo klein, von reichlichem hornartigem Endosperm umgeben usf. Die mikroskopische Untersuchung ergibt: Die Samenschale besteht, wie schon Berg erwähnt, aus mehreren Reihen dünnwandigen, dunkelbraunen, nach innen allmählich flacheren Zellen.

Die Lage des Embryo geben folgende Bücher, bzw. Autoren als der Caruncula benachbart an. Pharmacopoea Helvetica IV. Gilg (pag. 42) schreibt nichts über die Lage, zeichnet aber in Figur 46B den Embryo der Caruncula benachbart.

Harz schreibt ebenfalls nichts über die Lage des Embryo, zeichnet ihn aber (Fig. 129[III]) direkt unter der Caruncula.

Folgende geben ihn als schräg gegenüber an:

D. A. V;
Pharm. austr. VIII;
Karsten, pag. 191 und Figur 345;
A. Meyer, pag. 163, Figur 140;
Möller, Leitfaden, pag. 132; Lehrbuch, Figur 130 L.;
Tschirch, Real-Enzyklopädie, pag. 72; Handbuch, Bd. III, pag. 136;
Vogl, Pharmakognosie, pag. 212;
Zörnig, pag. 586.

Diese verschiedenen, bei genauerem Studium voneinander stark abweichenden, zum Teil sehr ungenauen Angaben veranlaßten uns, den Herbstzeitlosensamen einer erneuten, die Entwicklungsgeschichte berücksichtigenden Untersuchung zu unterziehen. Wir beschafften uns frisches Material, weil wir beobachteten, daß

[1] Vogl, Anatomischer Atlas zur Pharmakognosie, Tafel 33 und Commentar.
[2] Vogl, Pharmakognosie, Wien 1892.
[3] Harz, Landwirtschaftliche Samenkunde, pag. 1116, Fig. 129, Berlin 1885.

selbst bei noch sehr jungen, getrockneten Samen, auch bei vorsichtigem Aufweichen in Kalilauge, kein übersichtliches Bild erhalten werden kann, da bereits in sehr frühen Stadien infolge Trocknens alle dünnwandigen Zellen der Samenschale stark zusammenfallen. Untersucht man den noch weißen, frischen Samen in seinen verschiedenen Entwicklungsstufen, so gelangt man zu einem genauen Übersichtsbild über Anzahl und Gestaltung der Zellschichten der Samenschale. Unsere Untersuchungen erstreckten sich von der frühzeitigsten Samenanlage bis zur völligen Samenreife im Sommer. Wir kamen zu folgendem Befund:

Erstes Stadium. Untersuchung des Fruchtknotens. Die zahlreichen Samenanlagen sind hemianatrop und jede hat zwei deutlich ausgeprägte Integumente, ein stärkeres äußeres und ein schmales inneres.

Zweites Stadium. Ende April und Anfang Mai im Rhein- und Wiesental gesammelte Samen.

Diese waren völlig weiß, trübe glasig und ließen auf Druck den Inhalt in Form eines Tropfens austreten. Die Gewebe sind in dieser Phase der Entwicklung noch nicht differenziert, im Querschnittsbild tritt die Trennungslinie der Integumente noch scharf hervor und ein Flächenbild der Samenschale zeigt die sich teilenden Zellen der Epidermis. Die übrigen Bestandteile des Samens sind flüssig und wurden auch beim Einlegen in Alkohol nicht fest.

Drittes Stadium. Drei Wochen später gesammelte Samen des gleichen Standortes.

Die Samenschale war völlig entwickelt, das Endosperm hingegen noch nicht fertig ausgebildet, Reservezellulose wenig angelagert, es fehlten die für den reifen Samen charakteristischen, stark verdickten Endospermwände mit den scharfen Tüpfeln. Ein Flächenbild der Samenschale gibt schon eine gute Übersicht über die verschiedenen Zellagen.

Erstens: Ziemlich gleichmäßig große Zellen der Epidermis, von der Teilung her noch in Quadraten angeordnet. Darunter

Zweitens: Ungleich große Parenchymzellen in mehreren Reihen, diesen folgend als

Dritte Zellage regelmäßig polygonale Zellen mit stärkerer Wandung; gleichfalls mehrreihig, früher als Quadratzellenschicht bezeichnet, und als

Vierte Zellage einige Reihen unregelmäßig geformte, meist langgestreckte Zellen, deren Wände schwach verdickt sind. Alle Zellen und Zellwandungen sind noch ohne Farbstoff.

Das Querschnittsbild (Fig. 1) zeigt folgendes:

Erstens: Eine Epidermis (Ep) aus dünnwandigen, ziemlich gleich großen, etwas gestreckten Zellen, die locker aneinander gereiht den Samen rings umgeben, ähnlich wie es allein Möller (Fig. 132) gezeichnet hat. Hieran schließt sich

Zweitens eine Lage von meist drei Reihen verschieden großer, parenchymatischer Zellen an (II). Als

Dritte und charakteristische Zellage folgen zwei, seltener drei Reihen kleine, fast isodiametrische Zellen mit gleichmäßig verdickten Wänden (Quadratzellenschicht) (III).

Diese drei Lagen sind aus dem äußeren Integument hervorgegangen.

Als vierte Lage liegen hierunter meist zwei Reihen tangential gestreckte, flache Zellen von wechselnder Größe und schwach verdickten Wänden (IV).

Diese Schicht ist aus dem inneren Integumente gebildet.

Viertes Stadium. Samen aus fast reifen, aber noch geschlossenen Kapseln (Fig. 2).

Es zeigt sich eine wesentliche Änderung der Samenschale. An dieser beteiligen sich vornehmlich die erste (Ep), dritte und vierte Zellage. Die Epidermis schrumpft folgendermaßen: Die äußerste Zellwand fällt etwa in der Mitte gegen die innere Zellwand ein, während die beiden Seitenwände in ihrer Form erhalten bleiben. Es entstehen eigenartig wellige Zellen, die auf den ersten Blick den Eindruck von Papillen hervorrufen. Dieser Umstand bedingt das grubig punktierte Aussehen des reifen Samens. Die Zellwände färben sich bräunlich, besonders ausgeprägt ist dieses in der dritten Zellage, während die Parenchymschicht = zweite Zellage noch gänzlich farblos ist. Die vierte, gleichfalls schwach gefärbte Lage, ist ebenfalls zusammengefallen, doch derart, daß die Lumina als feine Striche übrigbleiben. Beim Aufhellen in Chloralhydrat oder Kalilauge erhält man die Zellen dieser Lage in ihrer ursprünglichen Gestaltung zurück.

Fünftes Stadium. Reife Samen aus bereits geöffneten Kapseln.

Die Samen sind tiefbraun und klebrig, die Epidermis und die Parenchymschicht sind zusammengefallen, die Quadratzellenschicht ist dicht gefüllt mit einem schwarzbraunen Farbstoff und die vierte Zelllage ist gänzlich kollabiert. Durch vorsichtiges Aufhellen mit Kalilauge und Erwärmen der Schnitte in Chloralhydrat werden sämtliche vier Zellagen der Samenschale wieder sichtbar.

Letzteres ist nicht der Fall bei den ausgereiften und getrockneten Samen der Handelsware, bei dieser legt man die Samen zweckmäßig 24 Stunden in verdünnte Kalilauge, schneidet zwischen Hollundermark, wäscht die Schnitte in etwas destilliertem Wasser und erwärmt sie darauf in Chloralhydrat. Epidermis (Fig. 3) und Parenchymschicht zerreißen beim Aufhellen zum Teil, sie sind dann ohne Zusammenhang und liegen als lockerer Belag auf der dritten Zellage. Letztere besitzt stark verdickte Wände, ist gänzlich mit schwarzbraunem Farbstoff gefüllt und scheint direkt an das Endosperm anzugrenzen, wie man es fälschlicherweise auch in den meisten Lehrbüchern, mit Ausnahme in Mez[1], angegeben findet. Doch bei vorsichtigem Aufhellen erhält man stets, wenn auch nur in strichförmiger Kontur, diese vierte Zellage.

F. Netolitzky bringt über Colchicum in dem Berichte der deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. XV, folgende Notiz:

„Bei dieser Gelegenheit möchte ich auf einen interessanten neuen Befund bei Colchicum hinweisen, nämlich auf die echt verkorkten Zellen der inneren Epidermis des äußeren Integumentes der Samenschale. Diese Lage wurde früher ‚Quadratzellenschicht' genannt und soll im unreifen Samen der Sitz des Colchicins sein, im reifen Samen hingegen findet sich das Alkaloid in den Resten des inneren Integumentes, müßte also die ursprüngliche Bildungsstätte verlassen haben und dem Endosperm näher gerückt sein."

Wir überprüften diese Angaben und fanden sie in betreff des Korkes bestätigt, in betreff des Sitzes der Korkzellen stellten wir an Hand unseres großen Materiales aus allen Entwicklungsstadien folgendes fest. Nicht die Quadratzellenschicht, die als innere Epidermis des äußeren Integumentes zu gelten hat, ist verkorkt, sondern die von uns als vierte Zellage bezeichneten Zellreihen

[1] loc. cit.

hervorgegangen aus dem inneren Integumente, geben die Korkreaktion. Wir benutzten zur Färbung des Korkes eine ammoniakalische Lösung von Gentianaviolett (eine gesättigte, weingeistige Gentianaviolettlösung wird tropfenweise bis zur Entfärbung mit Ammoniak versetzt). Die Schnitte wurden erst wenige Minuten in Javellsche Lauge gebracht, dann kurze Zeit in die Farbstofflösung. Zum Auswaschen diente ein mit 5% Salzsäure schwach angesäuertes Wasser. Die verkorkten Zellen nehmen eine intensiv blauviolette Farbe an. Die Schnitte, in Glyzerin eingeschlossen, hielten den Farbstoff monatelang unverändert.

Nach innen hebt sich von der Samenschale das Endosperm scharf ab, es besteht aus charakteristischen Zellen, deren dickwandige Membranen mit kreisförmigen, scharfrandigen, großen Tüpfeln versehen sind und sich mit Chlorzinkjod blau färben (Reservezellulose). Die Verdickung nimmt vom Rande zur Mitte hin stark zu und die Anordnung der Zellen ist gegen das Zentrum strahlig radiär, und die Zellen sind vor ähnlichen dadurch ausgezeichnet, daß die primäre Zellmembran deutlich erkennbar ist. Die Zellen führen kleine Proteinkörner eingelagert in ein ölführendes Plasma. Der gerade Embryo ist klein, walzenförmig, etwa 0,5 mm lang und liegt an der Peripherie des Endosperms dem Funikulus gegenüber. Das der Samenschale anhaftende lockere Gewebe des Funikulus besteht aus großen, isodiametrischen, mit runden Stärkekörnern dicht gefüllten Zellen, die zwischen sich deutliche Interzellularräume zeigen. In diesem Gewebe findet man auch Reste der Raphe in Form von Spiralgefäßen. Durch die verschiedene Größe des sackartigen Funikularwulstes und unregelmäßiges Eintrocknen desselben kann eine geringe Verschiebung der Lage des Embryo eintreten, die aber selten über ein „schräg gegenüber“ hinausgeht. Benachbart, oder gar unterhalb des Funikulus haben wir die Lage des Embryo niemals erkennen können. Betrachten wir noch das Flächenbild (Fig. 4) des reifen Samens, so sehen wir, nach gutem Aufhellen in Chloralhydrat, lückenlos aneinander gereiht die kleinen, starkwandigen, isodiametrischen Zellen der dritten (III) Zellage, gänzlich mit einem tiefbraunen Farbstoff gefüllt. Die Umrisse der Epidermis- und Parenchymzellen, die als ein dünner Belag auf der dritten Zellage liegen, erkennt man nur sehr unklar, doch sieht man bei hoher Einstellung die großen, runden Zellen der Caruncula.

Auf Grund vorliegender Untersuchungen läßt sich das anatomische Bild von Semen Colchici folgendermaßen berichtigen. Erstens: Eine großzellige, ursprünglich dünnwandige Epidermis mit locker aneinander gereihten Zellen, die Wandungen braun gefärbt (I, Ep). Zweitens: Meist 3 Reihen verschieden großer parenchymatischer Zellen mit nur schwach gefärbten Wänden (II). In der Droge ist diese Zellage und die Epidermis selbst bei entsprechender Aufhellung nur als lockerer zusammengefallener und nicht differenzierter Belag sichtbar. Drittens: Ein Gewebe aus meist 2 Reihen kleiner, gleichmäßig großer Zellen mit tiefbraunem Farbstoff und verdickten Wänden (III). Dieses Gewebe wird zumeist in Lehrbüchern als innerste Zellage der Samenschale angegeben. Viertens: Eine in der Handelsware gänzlich zusammengefallene Lage von 2 Zellreihen, deren Lumina nach kräftigem Aufhellen als feine Striche sichtbar und deren Wände verkorkt sind (IV).

Pulver. Die Samen sind sehr schwer zu pulvern, demzufolge finden sich im Pulver von allen Gewebeteilen größere Bruchstücke. Am häufigsten zeigt sich grobgetüpfeltes, mit Chlorzinkjod sich blaufärbendes, starkwandiges Endosperm. Im Gegensatz zu Semen Sabadillae, wo die Wände knotig verdickt sind, setzen sie sich bei Colchicum an den Tüpfeln scharf von einander ab. Querschnittsbilder der Samenschale sind sehr selten anzutreffen, als Charakteristikum haben Flächenbilder der Samenschale zu gelten, die wie ein Netz mit dicken Wänden und kleinen Lumen lückenlos aneinander grenzen und tiefbraun gefärbt sind. Es sind dieses aber nicht, wie in Tabellen und Bestimmungsschlüsseln angegeben ist, die Epidermiszellen, sondern die farbstoffführenden, starkwandigen kleinen Zellen der dritten Zellage. Ferner findet man die großen Zellen der Caruncula mit deutlichen Interzellularen.

Veratreae.

Zu dieser Gattung gehören an pharmazeutisch interessanten Pflanzen Schoenocaulon officinale, Veratrum album und Veratrum nigrum. Über die Anatomie, speziell der Samen von Schoenocaulon officinale, officinell als Semen Sabadillae, bestehen in bezug auf die Art der Samenanlage, ob anatrop, oder hemianatrop,

über die Anzahl der Gefäße der Raphe und über das Vorhandensein von Raphiden und Stärke große Unklarheiten. Das mikroskopische Bild fehlt in fast allen Pharmakopöen, kurz behandelt ist es im Deutschen Arzneibuch V wie folgt: „Die Oberhaut der Samenschale besteht aus in der Längsrichtung des Samens gestreckten, kurz prismatischen, in der Oberflächenansicht vieleckigen, großlumigen Zellen, deren tiefbraune Außenwand stark verdickt ist. Die darauffolgenden Schichten der dünnen Samenschale sind dünnwandig. Das Endosperm besteht aus vieleckigen Zellen, deren Wände ansehnlich dick und unregelmäßig knotig verdickt, nicht scharf getüpfelt, ungefärbt und glänzend sind und die fettes Öl, Aleuronkörner und vereinzelte kleine Stärkekörner enthalten. Die Raphe enthält spärlich Fasern. Das braune Pulver ist besonders durch die braunen Fetzen der Samenschalenepidermis und die spärlich vorkommenden Fasern gekennzeichnet."

Nestler[1] erwähnt als erster Raphiden im Sabadillsamen, ebenfalls gibt Zörnig[2] Raphiden an. Gilg[3] spricht von vereinzelten Stärkekörnern, aber nicht von Raphiden. In der neuesten Auflage Gilg-Brandt[4] ist auch das Vorkommen von Raphiden genannt. Möller[5] führt in der Realenzyklopädie als Bestandteile viel fettes Öl und kleinkörnige Stärke an, in seinem Lehrbuch[6] erwähnt er weder Stärke, Raphiden noch Gefäße. Karsten[7] gibt ebenfalls diese Elemente nicht an, ebenso Flückiger[8] und Schneider[9].

Eine genaue Differenzierung der Zellage der Samenschale von Schoenocaulon officinale liegt nicht vor.

Tschirch[10] veröffentlichte eine Arbeit „Über den Sabadillsamen", in der er unter anderem folgendes sagt: „Ein weiteres

---

[1] Nestler, Jahresbericht der Pharmacie, 38. Jahrg., 1903, pag. 64.
[2] Zörnig, Arzneidrogen, Bd. I, pag. 609.
[3] Gilg, Pharmacognosie, 2. Aufl., 1910, pag. 38.
[4] Gilg-Brandt, Pharmacognosie, 3. Aufl., 1922, pag. 36/37.
[5] Möller, Realenzyklopädie, Bd. 11, pag. 1.
[6] Möller, Leitfaden zu mikroskopisch-pharmakognostischen Übungen, pag. 134.
[7] Karsten, Lehrbuch der Pharmacognosie, Jena 1903.
[8] Flückiger, Pharmacognosie, III. Aufl., Berlin 1891.
[9] Schneider, The Mikroanalysis, II. Aufl., Philadelphia 1920.
[10] Tschirch, Schweizer Apotheker-Zeitung, No. 36, 1918.

Beispiel für die Notwendigkeit entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen auf dem Gebiete der Pharmacoanatomie bieten die Sabadillsamen. Man findet in der Literatur angegeben, daß sich in der Samenschale, besonders in den kegelförmigen Fortsätzen am oberen und unteren Ende Raphidenzellen finden sollen (Nestler). Ich habe sie in reifen Samen niemals gefunden, und auch Stärke nicht. Aber es scheint, daß sie im unreifen Samen daselbst wirklich vorkommen. Da ich mir jetzt aus begreiflichen Gründen von Schoenocaulon officinale (Schlecht) Asa Gray kein frisches Material für eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung aus Mexiko kommen lassen konnte, habe ich eine nahe verwandte Pflanze, die jetzt gerade im botanischen Garten in Bern blüht, zur Entscheidung der Frage herangezogen. Bekanntlich wurde Schoenocaulon officinale früher zu Veratrum gezogen. Schlechtendahl nannte die Pflanze Veratrum officinale, Schiede Veratrum Sabadilla.

Es war also zu erwarten, daß wesentliche Unterschiede im Bau und in der Entwicklung der Samen zwischen Veratrum und Schoenocaulon nicht bestehen werden. Ich habe daher einmal die Entwicklungsgeschichte der Samen von Veratrum album verfolgt und folgendes festgestellt: Die Ovula sind hemianatrop und besitzen zwei Integumente, ein dickes äußeres und ein sehr schmales inneres (Fig. 1). Beim Heranwachsen streckt sich die Samenanlage nach oben und unten, und es entstehen am oberen und unteren Ende kegelförmige Fortsätze der Samenschale (Fig. 2). Besonders in dieser, aber auch in der übrigen, in der Entwicklung begriffenen Samenschale finden sich reichlich Raphidenzellen, die also eine Besonderheit der jungen, noch nicht voll entwickelten Samenschale von Veratrum sind. Sie verschwinden später. Schon in einem halbreifen Samen sind sie nur ganz vereinzelt anzutreffen. Wir dürfen also annehmen, daß die Beobachter, die in der Samenschale der Sabadilla Raphiden fanden, halbreife Samen vor sich hatten. Auch über die Anheftung des Samens belehrt uns das Studium von Veratrum. In den Lehrbüchern wird allgemein das Hilum, d. h. die Anheftungsstelle des Sabadill-Samens an das Ende des Samens verlegt, dorthin wo der Embryo liegt (so ausdrücklich z. B. in Karsten-Oltmanns Lehrbuch). Dort, d. h. an der Mikropylarseite ist es aber gar

nicht zu suchen. Es kann, wenn das Ovulum hemianatrop ist, gar nicht dort liegen, wie es auch bei Colchicum nicht dort liegt. Die Anheftungsstelle des Samens liegt bei Veratrum und Sabadilla vielmehr seitlich, etwa in der Mitte der einen Längsseite (Fig. 3 und 4) und von dort aus steigt die Raphe an der einen Seite bis zu dem kegelförmigen Ende empor. Bei Sabadilla ist sie allerdings nur schwer aufzufinden, da sie nur zwei bis drei äußerst zarte Gefäße führt, aber sie ist doch bei einigem Suchen nachzuweisen."

Tschirch bezeichnet also die Samenanlage als hemianatrop und verlegt demnach die Anheftungsstelle des Samens seitlich etwa in die Mitte der einen Längsseite und hat im reifen Samen von Schoenocaulon officinale niemals Raphiden gefunden, hält aber ein Vorkommen im unreifen Samen für wahrscheinlich. Bei dem in der Entwicklung begriffenen Samen von Veratrum album findet er reichlich Raphiden und hält sie für eine Besonderheit der noch nicht voll entwickelten Samen, die aber im halbreifen Samen nur noch vereinzelt anzutreffen sind und später gänzlich verschwinden.

In seinem Handbuch der Pharmakognosie[1] schreibt Tschirch ähnlich: „In den schnabelartigen Fortsetzungen finden sich bisweilen (Nestler), nicht immer — offenbar nur bei unreifen Samen — kleine Stärkekörner und Raphidenzellen. Bei ganz reifen Samen fand ich in der Samenschale, auch in den zellenreichen Enden, niemals Stärke und Raphiden, beide werden offenbar beim Reifen gelöst." Und weiter unten schreibt er bei der Behandlung der Entwicklungsgeschichte, die er an Veratrum album vorgenommen hat: „Das Ovulum hat zwei Integumente, es ist hemianatrop. Im äußeren Integumente finden sich reichlich Zellen mit Raphidenbündeln, die beim Heranwachsen der Schale zum Teil zugrunde gehen. Auch Sabadilla zeigt bisweilen noch solche in der Samenschale und besonders in den kegeligen Enden."

Da von Schoenocaulon officinale selbst kein Material für eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung erhältlich war, und um über die verschiedenen Ansichten, wie auch über die beiden in sich nicht gleichlautenden Angaben Tschirchs zu einem

[1] Tschirch, Handbuch der Pharmacognosie, Bd. III, pag. 715ff.

nahezu sicheren Schluß zu kommen, nahmen wir eine solche bei Veratrum nigrum, als dem für uns geeignetesten Material vor. Denn auch uns war es nicht möglich, Material aus Mexiko zu bekommen und Tschirch sagt bereits, es sei zu erwarten, daß wesentliche Unterschiede im Bau und in der Entwicklung der Samen zwischen Veratrum und Schoenocaulon überhaupt nicht bestehen würden.

Veratrum nigrum.

Syn.: Helonias nigra Ker.

Vorkommen auf Bergwiesen in Höhen von 700—1500 m. Der Blütenstand wird erst 10—30 Jahre nach der Keimung entwickelt. Erdständige Blätter zeigen sich jährlich in reicher Zahl. Der bis 2 m hohe Blütenschaft trägt eine vielverzweigte Rispe mit dunkelvioletten Blüten. Die Frucht ist eine dreifächerige Kapsel, mit drei nur zum Teil miteinander verwachsenen Fächern. Die Spitzen allein nehmen an der Verwachsung nicht teil. Die Fächer sind bis 1,8 cm lang, lanzettlich, am Grunde mit dem sechsblätterigen Perigon versehen, und springen am oberen Teil beginnend längs der Bauchnaht auf. In jedem Fach befinden sich meistens nur ein, seltener zwei Samen, die übrigen bis zu sechs Samenanlagen sind fehlgeschlagen. Die Länge der Samen schwankt zwischen 0,7—1,3 cm, die Breite zwischen 0,35—0,5 cm. Sie sind bräunlich-gelb bis braun, glänzend, länglich lanzettlich, breit flügelrandig, nach aufwärts in einen kurzen Schnabel auslaufend. Der innere Teil des Samens, der sich leicht aus der brüchigen äußeren Samenschale herauslösen läßt, ist walzenförmig, an beiden Enden zugespitzt, etwa 0,5—0,6 cm lang, 0,05—0,1 cm breit und trägt an der Basis außen das nur wenig hervortretende, dunkler gefärbte Hilum und im Innern den kleinen walzenförmigen Embryo.

Mikroskop: Entwicklungsgeschichtlich baut sich der Same folgendermaßen auf:

1. Stadium. Fruchtknoten der jungen Blüte.

Der dreifächerige Fruchtknoten enthält die anatrope Samenanlage mit zwei deutlich ausgeprägten Integumenten. In diesem Stadium sind die Samenanlagen noch frei von Raphiden. In

der Wandung des Fruchtknotens hingegen ist die Parenchymschicht dicht gefüllt mit Raphidenzellen.

2. Stadium. Die befruchtete Blüte (Fig 5).

Der Fruchtknoten ist herangewachsen, die Spitzen klaffen oben auseinander. Die befruchtete Samenanlage läßt sich leicht mit der Nadel herausnehmen, sie zeigt eine breite Basis und eine ausgezogene Spitze. Der Verlauf der Raphe, aus 4—5 Spiralgefäßen bestehend, ist von der Basis bis zur Spitze gut sichtbar, die Gefäße treten deutlich hervor, sie zieht sich von der Anheftungsstelle neben der Mikropyle an der ganzen Samenanlage, etwa an der Trennungslinie von dem äußeren und inneren Integumente entlang, bis zu der gegenüber liegenden Chalaza. Die Parenchymschicht der Fruchtkapsel und jetzt auch die Zellen des äußeren Integumentes der Samenanlage sind dicht gefüllt mit Raphidenbündeln.

3. Stadium. Die Samen kurz vor der Reife.

In der Fruchtkapsel sind ein, seltener zwei Samen gut ausgebildet, die übrigen fehlgeschlagen. Die Samen haben eine länglich-lanzettliche Form angenommen. Es ist eine deutliche Abnahme der Raphiden in der Samenschale, nicht aber in der Fruchtkapsel zu beobachten. Bei Betrachtung der Übergänge vom zweiten zum dritten Stadium zeigt es sich, daß die Abnahme der Raphiden in der Samenschale unmittelbar dort vor sich geht, wo der Samenkern gebildet wird.

4. Stadium. Reife Samen.

Die Samen sind an der Basis etwas breiter wie an der Spitze, breitgeflügelt und an beiden Enden mit schnabelartigen Fortsätzen versehen, die Anheftungsstelle an der Basis ist durch ihre Vorwölbung und dunklere Färbung gut sichtbar. Das Flächenbild zeigt uns die Zellen der Epidermis mit perlschnurartig verdickten Wänden (Fig. 6), darunter dünnwandige Parenchymzellen, die besonders reichlich in dem geflügelten Teil und den schnabelförmigen Fortsätzen der beiden Enden auftreten. Als unterste

Zellschicht erkennt man schmale, langgestreckte polyedrische Zellen der innersten Samenschale. Im Längsschnitt sehen wir die starkwandige, braungefärbte Epidermis mit langgestreckten Zellen, deren Wände frei von Tüpfeln sind (I), dagegen reichlich Poren auf der oberen und unteren Seite zeigen (Fig. 7). Diese Zellage ist verkorkt. Zur Färbung des Korkes benutzten wir eine ammoniakalische Lösung von Gentianaviolett und verfuhren in gleicher Weise, wie wir es bei Colchicum autumnale beschrieben haben. Das Parenchymgewebe (II) besteht aus unregelmäßigen, verschieden großen Zellen, in dem auch bei völlig ausgereiften Samen die Raphiden führenden und mit sehr dünnen Wänden versehenen Schlauchzellen eingelagert sind. Bei Schnitten werden diese dünnwandigen Raphidenzellen leicht zerrissen, man erhält sie aber gut, wenn mit der Nadel das Schwammparenchym, welches mit bloßem Auge gut sichtbar ist, herausgelöst und sogleich auf den Objektträger in Chloralhydrat gebracht wird (Fig. 8). Die Länge der schlauchähnlichen Raphidenzellen beträgt im Mittel ungefähr 400 μ, doch finden sich auch solche von 200 und 500 μ, die Länge der Raphiden schwankt zwischen 50 und 110 μ und ist im Mittel etwa 70 μ. Die dritte Zellschicht (III), aus zusammengefallenen, dünnwandigen, ursprünglich polyedrischen Zellen bestehend, haftet dem Endosperm fest an. Das Endosperm hat strahlig angeordnete, polyedrische Zellen mit schwach verdickter, ungetüpfelter Membran. Im Querschnittsbild zeigen sich die starkwandigen, verkorkten Epidermiszellen, doch sind sie hier mehr rund und nicht so gestreckt, wie beim Längsschnitt. Das parenchymatische Gewebe und die darunter liegenden Zellreihen sind gleich dem Längsschnittbilde.

Auf Grund nachstehender Überlegungen und unter Berücksichtigung der einschlägigen Literatur mit ihren experimentellen Nachweisen sowie unserer eigenen Beobachtungen bei der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung von Veratrum nigrum nehmen wir folgende Erklärung für den Auf- und Abbau der Raphiden an: Der abgelagerte oxalsaure Kalk hat die physiologische Bedeutung eines Exkretes[1]. Die durch gewisse Stoffwechselprozesse (Eiweißbildung) entstandene Oxalsäure, die für

[1] Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie, pag. 494.

die Pflanze giftig ist, wird in ihrer Verbindung mit Kalk als schwerlösliches Kalkoxalat unschädlich. — In manchen Fällen werden aber die Kalkoxalatkristalle, wie de Vries, Tschirch, Schimper u. a. gezeigt haben, wieder aufgelöst und neuerdings in den Stoffwechsel einbezogen. Namentlich tritt dies bei Kalkmangel ein.

Wir beobachteten bei Veratrum nigrum eine mit Raphiden übersäte Samenanlage. Mit Heranwachsen des Embryo und Bildung des Nährgewebes nimmt die Oxalatmenge ab und zwar in unmittelbarer Nähe der Bildungsstätten dieser. Keimling und besonders Endosperm wachsen weiter heran und füllen die Samenschale zum Teil aus. Dort sind dann auch die Raphiden verschwunden. Doch in den vom Samenkorn entfernteren Teilen der Samenschale, wie z. B. in den kegelförmigen Fortsätzen an beiden Enden, in den Längsfurchen und besonders in dem breitgeflügelten Teil der Samenschale, in Begleitung der Raphe, finden wir auch bei ganz reifem Samen noch Raphiden. Der Abbau der Oxalate geht, wie neuere Arbeiten von Bassalik, Staehelin[1] u. a. nachgewiesen haben, auf enzymatische Weise (Oxydase) vor sich. Staehelin wies nach, daß auch nicht säurehaltige, sowohl chlorophyllhaltige, wie auch chlorophyllose Gewebe und Zellen mittels eines enzymatischen Prozesses Oxalationen verarbeiten können. Aus der Verarbeitung des Oxalations erhält die Pflanze wieder nutzbare Energie, vielleicht auch höhere Kohlenstoffverbindungen. Diese kommen dem Aufbau zugute, denn wir beobachteten, daß nicht das Heranreifen das Lösen des Oxalations bedingt, denn sonst müßte ja die Abnahme der Oxalate auch in den Fruchtkapseln mit zunehmender Reife größer werden. Doch nichts hiervon. In den Fruchtkapseln von Veratrum nigrum ist und bleibt die Konzentration der Raphidenmenge gleich stark, wie am Anfang. Auch in den später zu besprechenden Samen von Asparagus officinalis, Poligonatum multiflorum und Convallaria majalis bleibt der Gehalt der Raphiden in den Beerenfrüchten bestehen, in den Samen dagegen, wo noch Energie zum Aufbau des Nährgewebes gebraucht wird, werden die im jungen Stadium

[1] Staehelin, Die Rolle der Oxalsäure in der Pflanze, Dissertation Berlin 1919 und Literaturangaben.

vorhandenen Raphidenbündel wieder in den Kreislauf des Stoffwechsels einbezogen. Bei der letztgenannten Pflanzengruppe finden wir in den reifen Samen überhaupt keine Oxalate mehr, bei diesen füllt das Nährgewebe die Samenschale prall aus, Parenchymgewebe, Längsfurchen, schnabelartige Fortsätze finden sich nicht.

Staehelin hat sich in seiner Arbeit darauf beschränkt, festzustellen, ob säurefreie Pflanzen überhaupt imstande seien, das gelöst gebotene Oxalation zu verarbeiten und hält es für denkbar, daß säurefreie Pflanzen das in ihnen enthaltene Calciumoxalat wegen seiner Unlöslichkeit nicht zu verarbeiten vermöchten, wohl aber imstande wären, die im Zellsaft löslichen Oxalatverbindungen abzubauen.

Wir konnten nun auf Grund der Entwicklungsgeschichte bei den von uns untersuchten säurefreien Samen — die in Schoenocaulon officinale nachgewiesenen Säuren Tiglinsäure, Angelicasäure, Veratrumsäure sind Spaltungsprodukte der Alkaloide — den Abbau des unlöslichen Calciumoxalates und dessen Wiedereinbeziehung in den Stoffwechselprozeß mikroskopisch verfolgen und gleichzeitig feststellen, daß nur in unmittelbarer Nähe von Bildungsstätten neuer Gewebe die Oxalate verschwinden. Das Resultat unserer entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen an Veratrum nigrum weicht somit von der Entwicklungsgeschichte an Veratrum album von Tschirch erheblich ab:

Wir fanden eine deutlich anatrope Samenanlage. Die Raphe besitzt 4—5 ziemlich derbe Spiralgefäße. Die Anheftungsstelle (Hilum) befindet sich an der Basis, in der auch der Embryo liegt, und nicht seitlich, etwa in der Mitte der einen Längsseite. Stärke kommt im Endosperm, nicht aber in der Samenschale vor. Raphiden finden sich nicht nur im unreifen, sondern auch im reifen Samen und hier vornehmlich in den schnabelförmigen Fortsätzen an beiden Enden und im breitgeflügelten Teil, besonders in Begleitung der Raphe.

Der Abbau der Calciumoxalate geht auf enzymatischem Wege (Oxydase) vor sich zur Gewinnung neuer Energie und zwar nur in unmittelbarer Nähe von Bildungsstätten neuer Gewebe (Samenkern).

Veratrum album L.

Syn.: Melanthium album Thunb. — Helleborus albus Guldenstaedt.

Mehrjährige Kräuter mit hohem, gestrecktem Blütenschaft, heimisch auf feuchten Gebirgswiesen Europas und Nordasiens.

Der beblätterte Blütenschaft trägt einen meist 40 cm langen Blütenstand in Form einer Rispe. Die Frucht gleicht in ihrem Aufbau der von Veratrum nigrum. Es ist eine Kapsel mit drei nur zum Teil miteinander verwachsenen Fächern, die drei Spitzen klaffen auseinander. Die Fächer mit einem, seltener zwei Samen sind bis 2 cm lang, lanzettförmig, am Grunde noch mit dem sechsblätterigen Perigon versehen und springen an der Spitze beginnend längs der Bauchnaht auf. Die Samen sind 7—12 mm lang, 3—4 mm breit, weißgelblich, breitgeflügelt, nach oben in eine breite Spitze, nach unten in einen kegelförmigen Fortsatz auslaufend.

Im Gegensatz zu Tschirch[1] fanden wir die Samenanlage als anatrop. Auch an dem reifen Samen von Veratrum album hat man an der Raphe, die man leicht herauspräparieren kann, einen Beweis für die anatrope Samenanlage. Die Raphe zieht sich nämlich über die ganze Längsseite des Samens hin, ausgehend von der Anheftungsstelle an der Basis, in der auch der Embryo liegt, bis zur Spitze. Nach Bild 2 in dem erwähnten Artikel müßte bei einer hemianatropen Samenanlage der Teil, in dem der Embryo liegt, frei von Gefäßbündeln sein, dieses ist nicht der Fall. Schneidet man von einem Samen das Stück an der Basis, in dem der Embryo liegt, ab und untersucht von diesem Teil die Samenschale, die man nach kurzem Einweichen in stark verdünnter Kalilauge leicht entfernen kann, so findet man stets einen Teil der Raphe in Form von fünf und mehr ziemlich starken Spiralgefäßen.

Das mikroskopische Bild schließt sich eng an das von Veratrum nigrum an.

Im Flächenbild sieht man die Zellen der Epidermis mit perlschnurartig verdickten Wänden, darunter die unregelmäßigen, dünnwandigen Parenchymzellen und als letzte Lage die langgestreckten und zusammengefallenen Zellen der inneren Samenschale.

Das Längsschnittbild zeigt eine Epidermis aus tangentialgestreckten, starkwandigen und verkorkten Zellen mit stark

[1] loc. cit.

verdickter Cuticula, dann folgen 2—3, in den schnabelförmigen Fortsätzen mehr, Reihen großer parenchymatischer Zellen mit dünnen Wänden, hierauf 2—3 Reihen dünnwandige, polygonale, stark zusammengefallene Zellen. Das Endosperm besteht aus polyedrischen, wenig verdickten Zellen, mit reichlich Fett und Eiweiß.

Im Querschnitt sehen wir ein ähnliches Bild, eine stark verdickte Epidermis, deren Wände frei von Poren sind, dagegen reichlich Tüpfel auf der oberen und unteren Wand aufweisen. Die Zellform ist gegenüber dem Längsschnitt nicht gestreckt, sondern mehr isodiametrisch. Das folgende Parenchymgewebe besteht aus großen, langgestreckten Zellen in 2 Reihen, in dem sich auch die sehr dünnwandigen, schlauchähnlichen Zellen befinden, die die Raphiden ohne Schleim führen. Entgegen den Angaben von Tschirch fanden wir in jedem Material[1] stets Raphiden in größerer Zahl. Die Länge der Raphidenzellen schwankt zwischen 180—240 μ, die Länge der Raphiden beträgt meist gegen 40 μ. Als Unterscheidungsmerkmal von Veratrum nigrum dient nur die Größe der Raphidenzellen und die Länge der Raphiden.

Die darunter liegende Zellschicht besteht aus mehreren, meist 2—3 reihigen, zusammengefallenen Zellen der inneren Samenschale.

Im übrigen verweisen wir auf das bei Veratrum nigrum Gesagte.

Schoenocaulon officinale Asa Gray.

Syn.: Asagraea officinalis Lindley.
Asagraea caracasana Ernst.
Helonias officinalis D. Don.
Melanthium Sabadilla Thunberg.
Sabadilla officinarum Brand.
Veratrum officinale Cham. et Schlechtendal.
Veratrum Sabadilla Schiede.

Schoenocaulon officinale, ein Zwiebelgewächs in Mexiko, Guatemala und Venezuela, trägt seine zahlreichen Blüten in Form einer Traube auf einem 1—2 m hohen Blütenschaft. Die Frucht ist eine scheidewandspaltige Kapsel mit drei miteinander verwachsenen Fächern, deren Spitzen auseinanderklaffen. Sie enthält in jedem Fach bis zu 6 Samenanlagen, durch Fehlschlagen meist nur 1—2, selten mehr ausgebildete Samen.

[1] Vergleichsmaterial verdanke ich der Liebenswürdigkeit des verstorbenen Herrn Obergärtner Schenk, Bern.

Semen Sabadillae ist officinell in: Schweiz, Deutschland (welches ausdrücklich die reifen Samen fordert), Österreich, Vereinigte Staaten von Amerika, Belgien, Chile, China, Dänemark, England, Finnland, Frankreich, Griechenland, Italien, Kroatien, Mexiko, Niederlande, Norwegen, Portugal (Früchte mit Samen), Rumänien, Rußland, Schweden, Serbien, Spanien, Venezuela.

Die meist von wildwachsenden Exemplaren gesammelten Samen sind länglich lanzettlich, 5—9 mm lang, bis 2 mm dick, an einem Ende der Basis abgerundet, am anderen Ende nach aufwärts lang und scharf zugespitzt. Die Samen sind etwas gekrümmt, bisweilen verbogen und durch gegenseitigen Druck unregelmäßig kantig, außen mit glänzend brauner oder schwarzbrauner, feinrunzeliger Samenschale. Auf einem medianen Längsschnitt erkennt man an der Basis in dem weißlichen, harten Endosperm den kleinen Keimling. Ein kleines Stück des Funikulus ist als kaum merkliche, etwas dunkler gefärbte wulstige Erhöhung an der Basis zurückgeblieben.

Mikroskop: Die Samenschale ist bei Schoenocaulon officinale aus 2 Integumenten hervorgegangen. Die Frage, ob wir eine anatrope oder eine hemianatrope Samenanlage vor uns haben und die Tschirch im letzteren Sinne bejaht, haben wir durch die entwicklungsgeschichtliche Untersuchung an Veratrum nigrum zu klären gesucht und stellten eine als anatrop anzusprechende Samenanlage fest. Dementsprechend befindet sich auch die Anheftungsstelle am Ende des Samens und zwar dort, wo der Embryo liegt. Nach Tschirch[1] aber liegt die Anheftungsstelle seitlich, etwa in der Mitte der einen Längsseite (Fig. 3 und 4) und von dort aus steigt die Raphe an der einen Seite bis zu dem kegelförmigen Ende empor. Schon der Verlauf der Raphe an dem reifen Samen belehrt uns, daß wir eine anatrope Samenanlage vor uns haben. An sämtlichem Vergleichsmaterial, welches aus den botanischen Gärten und Herbarien Basel, Bern, Freiburg i. B. und Zürich stammte, stellten wir eine anatrope Samenanlage fest. Um sicher zu gehen, wurde der Teil des Samens, in dem der Embryo liegt, abgeschnitten und besonders untersucht oder wir teilten die Länge des Samens in 3 Teile und

[1] loc. cit.

untersuchten jedes Teilstück für sich und fanden in jedem Gefäße der Raphe. Nach Bild 2 von Tschirch müßte bei einer hemianatropen Samenanlage der Teil, in dem der Keimling liegt, frei von Gefäßbündeln sein. Dieses ist nicht der Fall, wir trafen in diesem stets einen Teil der Raphe mit meist 4—6, oft noch mehr zarten Spiralgefäßen, begleitet von dünnen Fasern.

Die Samenschale besteht aus einer weitlumigen, nach außen mit einer starken Cuticula versehenen einreihigen und verkorkten Epidermis (Fig. 9). Im Flächenbild sind es große polyedrische Zellen (I) mit zum Teil gewundenen Wänden, besonders bei nicht stark aufgehellten Präparaten. Zum Unterschied von Veratrum album und Veratrum nigrum sind die Epidermiszellen, die mehr hoch als breit sind, nicht getüpfelt.

Im Querschnitt sehen wir die starke, schwarzbraun gefärbte Cuticula (Fig. 10). Die Vertikalwände der Epidermiszellen (I) sind dünnwandig, braun gefärbt und durch Schrumpfen oft schlangenförmig gekrümmt. Unter der Epidermis, die sich beim Schneiden oder Quellenlassen des Samens leicht ablöst, folgen meist 3 bis 5 Lagen axial gestreckter, locker aneinander gefügter Parenchymzellen (II) mit wenig gefärbten Wänden und kleinen Interzellularräumen. Teilweise ist diese Lage zusammengefallen, mit Ausnahme in den schnabelförmigen Fortsätzen, die nicht mit Endosperm ausgefüllt sind und wo diese Zellage auch in weit mehr als 5 Reihen auftritt. Hier finden sich noch, eingelagert in den Lücken, weitlumige, dünnwandige und ungefärbte Parenchymzellen mit Raphiden; diese kommen auch noch in Begleitung der Raphe vor. Wie schon bei Veratrum nigrum erwähnt, werden bei den reifen Samen der Veratreae nicht alle Raphiden wieder abgebaut. In allen untersuchten Exemplaren fanden wir noch Calciumoxalat in Form von Raphiden. Und zwar untersuchten wir Sabadillsamen vom hellsten Braun bis zum tiefsten Schwarz, in der Voraussetzung, so verschiedene Reifestadien vor uns zu haben, denn auch der Großhandel unterscheidet hellbraune oder fuchsige (unreife) und tiefschwarze (vollreife) Samen.

Um möglichst bequem die ganze Samenschale untersuchen zu können, wurden die Samen in Wasser, dem etwas Kalilauge zugesetzt war, etwa 24 Stunden unter leichtem Erwärmen eingeweicht. Nach dieser Zeit kann man mit Hilfe von Präparier-

nadel und Pinzette die ganze Samenschale abtrennen. Aus praktischen Gründen legt man die Schale in Stücken, doch den inneren Teil nach oben, in Chloralhydrat, hellt gut auf und untersucht; so kostet es keine große Mühe, die ganze Samenschale zu beobachten und die Raphiden aufzufinden.

Auf dieses parenchymatische Gewebe folgt eine Lage (III) gänzlich zusammengefallener Zellen, die sich auch nach dem Aufquellen nur als feine Striche zeigen. Deutlich hervor treten sie nach Erwärmen in Kalilauge und beim Nachweis des Korkes durch Färben mit Gentianaviolett. Im Gegensatz zu Colchicum (wo allein die vierte Zellage verkorkt ist) fanden wir bei Schoenocaulon die Epidermis und die innerste, von uns als dritte Zellage bezeichnete Schicht verkorkt. Veratrum album und nigrum zeigen eine Verkorkung nur in der Epidermis.

Im Gegensatz zur Literatur, in der keine genaue Differenzierung der Zellagen gegeben wird, stellten wir somit drei deutlich voneinander zu unterscheidende Gewebearten der Samenschale fest (Fig. 10):

Erstens: Eine Epidermis mit starker Cuticula (I Ep).

Zweitens: Parenchymgewebe in 3—5 Reihen, mehrschichtig in den schnabelförmigen Fortsätzen (II).

Drittens: Collabierte Zellage in 2—3 Reihen (III).

Die Hauptmasse des Samens besteht aus dem Nährgewebe; dieses besitzt strahlig angeordnete Zellen, deren Wände ungefärbt und unregelmäßig knotig verdickt sind. Sie führen fettes Öl, Aleuronkörner und vereinzelt sehr kleine Stärkekörner. Viele Zellen sind gänzlich frei von Stärke, dazwischen liegen dann vereinzelte Zellen, die mehrere kleine, runde Stärkekörner führen. In allen untersuchten Handelsmustern verschiedenster Provenienz war Stärke vorhanden, in der Samenschale dagegen konnten wir keine Stärke nachweisen. Dünne Schnitte, in konz. Schwefelsäure gelegt, zeigen die Veratrinreaktion. Sie färben sich zuerst gelb, nach etwa 5 Minuten schlägt das Gelb in Orange um, dann allmählich in Rot, bis es nach etwa einer halben Stunde Karminrot wird. Zweckmäßig entfernt man zuerst die dunkelgefärbte Samenschale, die durch ihren braunen Farbstoff die Farbreaktion verschleiert.

Pulver: Die Hauptmasse des braunen Pulvers wird von Bruchstücken des harten, hornartigen Endosperms gebildet. Nach gutem Aufhellen treten die derben, knotigen Verdickungen der Zellwände deutlich hervor und unterscheiden sich dadurch von Colchicum autumnale. Einzelne Zellen des Nährgewebes sind mit kleinen Stärkekörnern gefüllt. Querschnittsbilder der Samenschale sind selten, Flächenbilder dagegen häufig und charakteristisch durch ihre vieleckigen, großlumigen Zellen, mit zum Teil gewundenen Zellwänden und darunter liegenden unregelmäßig großen Parenchymzellen. Nach gutem Aufhellen findet man stets Raphiden, oft aber herausgerissen und zerstreut, ebenso zarte Spiralgefäße und dünne Fasern der Raphe.

Liliaceae — Asparagoideae.

Asparageae.

Asparagus officinalis L.

Spargel.

Syn.: Asparagus alticis Aschhsn.

Im großen Maßstabe in Süd- und Mitteleuropa kultiviert. Die Schößlinge dienen als Gemüse, Frucht und Samen zur Herstellung von Kaffeersatzmitteln[1], Samen allein werden zur Gewinnung von Öl verwendet. Nach Dragendorff[2] wirken Wurzel und Frucht diuretisch und finden Anwendung bei Blasenleiden, Herzkrankheiten, Hydrops, doch hat die Pflanze keine Aufnahme in irgend ein Arzneibuch gefunden. Das Rhizom mit zahlreichen, langen Wurzeln treibt unterirdisch dickfleischige, weißliche Triebe (Stangenspargel) und an der Oberfläche einen bis 2 m hohen Stengel mit kleinen, schuppigen Stengelblättern und in ihren Achseln stehenden blattartigen Zweigen (Phyllokladien).

Die reife Spargelfrucht ist eine ziegelrote Beere von der Größe einer Erbse mit 3—6, selten mehr Samen. Das gelbrote Fruchtfleisch enthält reichlich Schlauchzellen mit Raphiden, doch fehlen diese im reifen Samen. Im unreifen Samen dagegen und

[1] Wiesner, Rohstoffe, III. Bd., Leipzig 1921.

[2] Dragendorff, Die Heilpflanzen, Stuttgart 1898.

in der Samenanlage finden sich gleichfalls Raphidenzellen, die aber beim Aufbau des Embryo und Nährgewebes, die die Samenschale im reifen Samen ganz ausfüllen, wieder in den Stoffwechsel einbezogen werden. Hier sehen wir also das gänzliche Verschwinden der Raphiden aus der Samenschale, die vom Samenkern prall ausgefüllt wird, im Gegensatz zu den Veratreae, wo die Samenschale den Samenkern nur locker umgibt, breitgeflügelt und mit kegelförmigen Fortsätzen versehen ist.

Die Samenanlage ist hemianatrop mit zwei deutlich ausgeprägten Integumenten, von denen das breite, äußere aus etwa 6—8 Zellreihen, das schmale innere dagegen nur aus 2—3 Zellreihen besteht. Die Samen sind im Verhältnis zur Frucht groß, etwa 4—4,5 mm lang und 3—3,5 mm breit. Sie sind mattschwarz, beim Reiben glänzend, im allgemeinen breitgedrückt, schildförmig, an den Berührungsflächen der Samen miteinander eben abgeplattet. Die Samenschale ist meist glatt, nur in der Nähe des weißlich bis bräunlichen Nabels feinfurchig.

Mikroskop: Die Samenschale besteht aus 10—12 Zellreihen. Um von ihr ein einigermaßen deutliches Bild zu erhalten, ist es notwendig, die Schnitte wenigstens 2 Tage in Javellescher Lauge zu entfärben; durch Chloralhydrat allein läßt sich keine hinreichende Aufhellung erreichen.

Das Charakteristische der Samenschale sind die großen und eigenartigen Epidermiszellen, die man bei so behandelten Quer- oder Längsschnitten gut erkennt. Es sind große, polygonale Zellen mit einer starken Cuticula, der Zellinhalt besteht aus einem undurchsichtigen, schwarzbraunen Pigmentkörper, der bei Behandlung mit Chloralhydrat zwischen sich und der inneren Wand ein ziemlich kleines Lumen erkennen läßt.

Unter der Epidermis liegen meist 10—12 Reihen kleine, dünnwandige, tafelförmige Parenchymzellen, die bei ausgewachsenem Samen gänzlich zusammengefallen sind und deren Lumina in Form feiner Striche sichtbar sind. Dieser Teil der Samenschale ist ebenfalls dunkelgefärbt, doch verschwindet die Färbung schon bei Behandlung mit Chloralhydrat. Beim Aufquellen mit Kalilauge sind es meist nur die beiden obersten Zellreihen unter der Epidermis, die man als solche erkennen kann, die inneren erhalten nur wenig ihre Form zurück. Die 2—3 innersten Reihen, aus

dem inneren Integument hervorgegangen, und die schon in ganz jungen Samen zusammengefallen sind, bleiben kollabiert.

Für Flächenbilder genügt starkes Kochen in Chloralhydrat oder ein 2—3stündiges Liegen in Javellescher Lauge. Nach solcher Behandlung erhält man ein ganz charakteristisches Bild. Es zeigt sich ein weißes Netz auf schwarzem Grunde, da nur die Berührungslinien entfärbt sind, der schwarze Zellinhalt aber nicht angegriffen ist. Dieses ist ein wichtiges Erkennungsmerkmal für die Pulveranalyse (Fig. 11).

Unter der Samenschale liegt das Endosperm. Es besteht aus besonders stark verdickten, porösen Zellen; die Verdickung nimmt vom Rande zur Mitte hin stark zu, und entsprechend dem Kleinerwerden der Zellen wird das Lumen zum Zentrum hin enger. Sie führen reichlich Fett und Eiweißsubstanzen. Der Embryo ist gekrümmt und unverhältnismäßig lang, er liegt dem helleren Nabel gegenüber an der Peripherie des Endosperms.

Pulver: Als Pulvermerkmale kommen für Asparagus officinalis in Betracht:

Erstens: Die stark verdickten Endospermzellen mit reichlichen, kreisrunden Poren.

Zweitens: Die charakteristischen Epidermiszellen, und diese besonders als Flächenbilder nach starkem Aufhellen in Chloralhydrat, da sie als weißes Netz auf schwarzem Grunde erscheinen (Fig. 11).

Drittens: Der schwarze Pigmentkörper, ebenfalls in der Epidermis, der sich erst nach 2tägigem Behandeln mit Javellescher Lauge entfernen läßt.

Polygonateae.

Polygonatum multiflorum All.

Vielblütige Weißwurz.

Pharmazeutische Verwendung findet in der Volksmedizin nur das Rhizom, früher offizinell als Radix Polygonati. Aus dem Fußstück des dicken, fleischigen Rhizoms wächst jährlich ein bis 60 cm hoher Blütenzweig mit großen spitz-ovalen Laubblättern und 3—5blütigen Blütenständen. Die Frucht ist eine

bläuliche Beere mit meist 2—5 Samen. Sie wird fast gänzlich von den großen Samen ausgefüllt. Die Samenanlage ist hemianatrop und auch am reifen Samen ist die halbherablaufende Raphe mit bloßem Auge gut erkennbar. Die Größe der Samen ist sehr variierend und hängt mit der Größe der Frucht zusammen. Samen über 4 mm lang und 3 mm breit sind selten, im Durchschnitt messen sie in der Länge 2—2,5 und in der Breite 1,5 mm. In der Form ähneln sie sehr dem Samen von Asparagus officinalis. Sie sind eiförmig, rundlich bis stumpfkantig und gewöhnlich an der Stelle, wo zwei Samen zusammenstoßen, abgeplattet. Ihre Farbe ist grünlich-gelb, matt, nur der Nabel ist dunkelbraun bis schwarz gefärbt. Der ziemlich große aber gerade Keimling liegt der Anheftungsstelle gegenüber, dicht am äußeren Rande des Endosperms.

Das Fruchtfleisch und die Samenschale des unreifen Samens sind übersät mit schlauchförmigen Zellen mit Raphiden, die in der Samenschale der reifen Samen nicht mehr anzutreffen sind, dagegen in unveränderter Menge in der Frucht bleiben, und zwar sind sie in einer solchen Zahl vorhanden, wie wir sie bei keiner anderen von uns untersuchten Pflanze je wieder angetroffen haben.

Mikroskop: Die sehr dünne, glatte Samenschale ist leicht zerbrechlich und besteht aus 8—10 Reihen sehr flacher Parenchymzellen, die alle, mit Ausnahme der etwas stärkeren Cuticula, mit sehr dünnen Wänden versehen sind. Im reifen Samen sind alle Zellen der Samenschale gänzlich zusammengefallen, und es haften ihm stets die Reste des grünlichen Fruchtfleisches (Endokarp) an, welches sich auch beim Aufweichen in Kalilauge nie ganz entfernen läßt.

Bei einem Flächenbild der Samenschale sehen wir deshalb meist Raphidenbündel, welche in dünnwandigen, polyedrischen Zellen des Endokarps liegen, diese Zellen lassen an den Berührungsstellen kleine Interzellularräume frei. Darunter sieht man kleine, etwas dickwandige, viereckige Zellen der Epidermis und unter diesen sehr dünnwandige polyedrische Zellen der Parenchymschicht.

Im Querschnitt zeigen sich die sehr flachen Zellen des Endokarps zum großen Teil gefüllt mit Raphiden, darunter die kleinen, viereckigen Zellen der Epidermis mit der etwas stärkeren Cuticula und als letzte Schicht die sehr dünnwandigen, flachen Parenchymzellen, gänzlich zusammengefallen.

Die Hauptmasse des Samens bildet das Endosperm, welches dem von Asparagus officinalis sehr ähnelt. Die Endospermzellen sind strahlig angeordnet, die Verdickung nimmt nach der Mitte hin bedeutend zu, ebenso sind sie am Rande mit wenigen, dagegen in der Mitte mit vielen runden, großen Poren versehen.

Convallarieae.

Convallaria majalis L.

Maiglöckchen.

Blätter und Blüten sind als „Herba Convallariae“ offizinell. Das Rhizom ist kriechend und wächst ausdauernd weiter. Am Grunde des diesjährigen Triebes ist ein hohes Niederblatt, in dessen Achsel der blattlose Blütenstand in Form einer langgestielten Traube steht, die Blätter, meist zwei, sind breit lanzettlich und lang gestielt.

Die Früchte sind leuchtend rot, rund, bis zu 1 cm im Durchmesser. In dem gelblichroten Fruchtfleische liegen zahlreiche Samen, die in den einzelnen Früchten sehr verschieden groß sein können. Die Zahl ist meist 8—10 und diese variiert nicht nach der Größe der Frucht, hingegen wird der Umfang der Samen durch die Größe der Frucht beeinflußt, weshalb wir nur eine Durchschnittsgröße angeben, die 3,5 mm in der Länge und 2,5 mm in der Breite ist. Es finden sich jedoch Samen von nur 1,5 mm und solche von 5 mm Durchmesser. Ihre Form ist halbkugelig, zum Teil durch Druck an den Berührungsstellen mit andern Samen etwas kantig. Die Samenschale ist glänzend hellbraun, nur der kreisrunde Nabel ist dunkelbraun gefärbt und von ihm aus steigt deutlich sichtbar die Raphe bis zur halben Höhe des Samens empor. Im Fruchtfleisch und im unreifen Samen sind schlauchähnliche Zellen mit Raphiden, doch treten sie in weit geringerer Zahl auf als bei Polygonatum multiflorum, in reifem Samen verschwinden sie wie bei den vorigen Arten, doch bleiben sie in unveränderter Konzentration in der Frucht.

Der nur wenig gekrümmte Embryo ist ziemlich lang und schmal und liegt dem Nabel gegenüber an der Peripherie des Endosperms.

Mikroskop: Die Reihenzahl der Zellschichten der dünnen Samenschale läßt sich nur feststellen auf Grund der Entwicklungsgeschichte. In jungem Stadium sind 6—8 Zellreihen, hervorgegangen aus dem äußeren Integumente, und meist 2 Reihen des inneren Integumentes noch deutlich zu unterscheiden.

Querschnittsbilder des reifen Samens sind sehr unübersichtlich. Die hellbraune, glänzende und sehr dünne Samenschale besteht aus einer Reihe vieleckiger Epidermiszellen mit einer nur schwach verdickten Cuticula. Darunter liegen mehrere Reihen sehr dünnwandiger, ganz schmaler Parenchymzellen, die ausnahmslos zusammengefallen sind.

Im Flächenbild des reifen Samens sehen wir die polyedrischen Epidermiszellen und darunter kleine, sehr dünnwandige Parenchymzellen. Bei tiefer geführten Schnitten treten aber schon die stark verdickten, fast isodiametrischen Zellen des Endosperms stark hervor.

Das Endosperm mit seinen stark verdickten Wänden bildet auch hier die Hauptmasse des Samens. Die Zellen des Endosperms sind strahlig angeordnet und werden zur Mitte hin bedeutend dickwandiger. Am Rande weisen sie wenig Poren auf, nach innen mehr, die Tüpfeln sind kreisrund und scharfrandig. Der Zellinhalt besteht aus Fett und Aleuron.

Pulver: Als Merkmal des Pulvers kommt das starkwandige Endosperm in Betracht, welches allen Asparagoideen gemeinsam ist. Doch unterscheiden sich von Convallaria majalis die beiden anderen untersuchten Arten Asparagus und Polygonatum folgendermaßen: Asparagus officinalis führt die eigenartigen tiefschwarzen Epidermiszellen und Polygonatum multiflorum hat das anhaftende Endokarp mit Raphiden.

Iridaceae — Crocoideae.

Crocus sativus L.

Safran.

Ein im Herbst blühendes Zwiebelgewächs, welches vorzugsweise in Spanien und Südfrankreich zur Gewinnung der braunroten Narben, die als Crocus in den meisten Pharmakopöen

Aufnahme gefunden haben, kultiviert wird. Die Frucht ist eine dreifächerige, fachspaltige Kapsel mit zahlreichen Samen, die an einer zentralen Plazenta angeheftet sind. Die Samen sind braun, von kugeliger Gestalt, an dem einen Polende, dem Sitz des Hilums, etwas zugespitzt, auf der Gegenseite, dem Sitz der Chalaza, nur wenig abgeflacht. Sie messen 2—2,2 mm im Durchmesser. Die Samenanlage ist anatrop. Am reifen Samen tritt die Raphe in ihrem Verlauf vom Hilum zur Chalaza als leichte Vorwölbung hervor. In der Mitte des Samens liegt der ziemlich große, runde Embryo.

Mikroskop: Im Flächenbild sehen wir nach gutem Aufhellen die polyedrischen Zellen der Epidermis mit schwach verdickten Wänden und braunem Inhalt. In jeder Zelle liegt ein rundes oder elliptisches Gebilde, die innere Papillarbegrenzung. Ein klares Übersichtsbild über den Bau der Samenschale geben uns Quer- oder Längsschnitte. Die wenig verdickten Epidermiszellen sind papillenartig, haarförmig ausgewachsen. In ihrer Form sind sie am reifen Samen nicht alle gleich, wir sehen schmale, zum Teil kollabierte, oder solche mit einer breiten Basis, die sich nach oben verjüngen, oder gleichmäßig breite Papillen, wohl aber sind sie gleich in ihrer Länge, die im Mittel 35 μ beträgt. Sämtliche Zellen sind mit einem braunen Farbstoff angefüllt. Unter der Epidermis liegt eine hellbraune Parenchymschicht, bestehend aus 3—4 Reihen sehr dünnwandiger Zellen, die aber an der Raphe in mehr Reihen, meist 6, auftreten und die im reifen Samen stark zusammengefallen ist. Auf diese Parenchymschicht folgt eine Reihe sehr charakteristischer, pallisadenförmiger Zellen, deren Querwände schwach verdickt, Innen- und Außenwand dagegen stärker verdickt und tiefbraun gefärbt sind. Hieran schließt sich eine sehr dünne (3—4 Reihen starke) Lage gänzlich komprimierter Zellen an, deren Lumina nur als feine Spalten erkennbar sind. Als letzte Zellschicht folgen 1—2 Reihen tangential gestreckter Zellen, die Harz[1] als Querzellen bezeichnet. Sie haben gleichmäßig verdickte Wände, die höchstens schwach gelblich gefärbt sind. Diese letzte Lage ist aus dem inneren Integumente hervorgegangen und fanden wir diese quergestellten Zellen bei allen von uns untersuchten Iridaceen. Das Endosperm

[1] Harz, Landwirtschaftliche Samenkunde, mit Figuren, Berlin 1885.

ist strahlig angeordnet und besteht aus gleichmäßig verdickten Zellen mit deutlicher Mittellamelle. Sie weisen weder deutliche Schichtung noch irgendwelche Tüpfelung auf und enthalten Fett- und Eiweißkörper.

Crocus vernus.
Frühlingssafran.

Die schon im Februar blühende Pflanze zeigt wesentlich denselben Aufbau wie Crocus sativus.

Iridaceae — Iridoideae.

Moraceae.

Iris germanica L. und Iris pallida Lamark.

Syn.: Iris odoratissima Jacq.—Iris sambucina Lam.

Besonders im Mittelmeergebiet zur Gewinnung des als Rhizoma Iridis offizinellen Wurzelstockes kultiviert. Die Blüten von Iris germanica sind dunkelviolett, die von Iris pallida blaßblau. Die Frucht beider ist eine dreifächerige, fachspaltige Kapsel mit drei scharfen Kanten, in jedem Fache liegen zahlreiche Samen dicht aneinander gepreßt in einer Reihe in der Form einer Geldrolle, zwischen den ausgebildeten finden sich immer reichlich fehlgeschlagene Samen. Im Parenchym der Fruchtwand sind große Einzelkristalle von Kalkoxalat in echten Zellen mit verkorkten Wänden. Die Samen sind durch den Gehalt an Phlobaphenen braun gefärbt, breitgedrückt, scheibenförmig, im Durchschnitt 4—4,5 mm lang und meist 3 mm dick. Die breitgedrückten Flächen sind runzelig, der Rand glatt. Die Samenanlage ist anatrop und hat ein breites äußeres Integument aus 8—10 Zellreihen und ein schmales inneres, aus 3—4 Zellreihen bestehend. Im äußeren Integument der Samenanlage und in der Parenchymschicht der Samenschale des noch heranwachsenden Samens finden wir stets die säulenförmigen Kristalle von Kalkoxalat, die aber beim Reifen wieder in den Stoffwechsel einbezogen werden und im völlig reifen Samen nicht mehr anzutreffen sind. Der ziemlich große Embryo liegt an der Peripherie des weißlichgrauen Endosperms dem Hilum gegenüber.

1907 erschien von Stscherbatscheff[1] ein Aufsatz über offizinelle Pflanzen, in dem er unter anderem auch die Entwicklungsgeschichte von Iris germanica bringt. Da wir bei unseren Untersuchungen seine Angaben in einigen wesentlichen Punkten nicht bestätigt fanden, untersuchten wir die Samen verschiedener Irisarten, so besonders von Iris germanica, Iris pallida und Iris sibirica, ebenfalls entwicklungsgeschichtlich und stellten bei den von uns untersuchten Samen bei allen dreien das gleiche, aber nicht mit den Angaben Stscherbatscheffs übereinstimmende Habitusbild fest. Die Entwicklungsgeschichte des Samens behandelt Stscherbatscheff sehr kurz und es gelang ihm nur, die beiden ersten Stadien zu beobachten, er beschreibt sie folgendermaßen: „Erstes Stadium: Die Gewebe sind noch nicht differenziert. Zweites Stadium: Folgende Teile sind zu unterscheiden: Integumentum externum mit der Epidermis und in dieser Spaltöffnungen, die zweimal größer als die sie umgebenden Zellen sind. Dann folgen 4—5 Reihen Parenchymzellen. Integumentum internum besteht nur aus 2 Reihen Zellen. Nucellus und Embryosack zeigen nichts besonderes.“ Über das Bild des reifen Samens drückt er sich folgendermaßen aus: „Im Querschnitt unterscheiden wir: Erstens Samenschale, zweitens Endosperm und drittens Embryo. Die Samenschale besteht aus 3 Zellschichten: Erstens: Epidermis externa besteht aus den Zellen, welche polygonale Form und sehr verdickte äußere Wände haben. Sie sind mit einer braungefärbten Substanz erfüllt, welche sich durch Eisenchlorid dunkel färbt. Zweitens: Das Parenchym besteht aus zwei verschiedenen Schichten, einer ungefärbten und der zweiten gefärbten. Die erste ist von 4 Reihen von Zellen gebildet, welche Protoplasma, Kerne und Kalkoxalat enthalten. Die Zellen des gefärbten Parenchyms sind mit gelber Substanz angefüllt: Sie gibt mit Eisenchlorid keine Färbung. Sie löst sich vollständig beim Erwärmen mit Wasser und noch schneller beim Erwärmen mit Chloralhydratlösung, gibt mit Osmiumsäure keine Färbung.

Das Endosperm: Die erste Reihe von Zellen des Endosperms unterscheidet sich von den übrigen durch ihre Zellform, welche nicht polygonal, sondern rechteckig ist, und dem Zellinhalt, welcher nur Eiweiß und kein fettes Öl enthält. Ihre Wände sind

[1] Archiv der Pharmacie, 1907, Bd. 245, pag. 65ff.

auch nicht verdickt, sondern normal. Die übrige Masse des Endosperms besteht aus Zellen unregelmäßiger Form, die mit zahlreichen Tüpfeln versehen sind."

Unser Befund ist folgender:

Erstes Stadium: Schnitte durch den Fruchtknoten der Blüte.

Die Samenanlage ist anatrop mit zwei deutlich ausgeprägten Integumenten.

Zweites Stadium: Der Fruchtknoten nach dem Verblühen.

Die Raphe, aus 4—5 kräftigen Spiralgefäßen bestehend, zieht sich von der Anheftungsstelle aus bis zum breiten gegenüberliegenden Pol hin und zwar dicht an der Trennungslinie der beiden Integumente. Im äußeren Integument liegen Einzelkristalle von Calciumoxalat.

Drittes Stadium. Samen aus sehr jungen Fruchtkapseln.

Die Samen sind grünlich weiß, nur am äußersten Rande lebhaft grün gefärbt. Im Flächenbild sieht man gleichmäßig große, etwas gestreckte Zellen der Epidermis und zwischen diesen Spaltöffnungen. Darunter die dünnwandigen Zellen des Parenchymgewebes.

Im Querschnitt zeigen sich zuerst die gleichmäßig großen Zellen der Epidermis mit verstärkter Cuticula, hieran schließen sich die Zellen des Parenchymgewebes, die von außen nach innen an Größe abnehmen, an. Die Zahl der Zellreihen ist sehr variabel, je nach dem, wo der Schnitt geführt ist. An der gewölbten Seite sind es 12—14 Reihen, an der inneren meist 6—8 Reihen. Aus dem inneren Integumente haben sich an der gewölbten Außenwand 2, an der schmalen inneren Seite 1 Reihe ziemlich großer flacher Zellen gebildet, die im Querschnitt quadratisch, im Längsschnitt rechteckig sind. Alle Zellen sind ohne Farbstoff, das Endosperm ist nicht gebildet, der Inhalt des Samens ist flüssig.

Viertes Stadium. Die Samen aus ausgewachsenen Fruchtkapseln kurz vor der Reife.

Die Samen füllen jedes Fach der Kapsel prall aus, sie sind dunkelgrün, nur nach dem Innern zu heller. Die großen Epidermiszellen haben eine starke Cuticula. Die Zellen der ersten Reihe des Parenchyms sind etwas radiär gestreckt, die nächsten Reihen werden nach innen allmählich kleiner, nur die drei bis vier innersten Reihen des Parenchyms sind alle ziemlich gleichmäßig

groß. Die letzte Zellage der Samenschale besteht aus zwei, an der Innenseite aus einer Reihe Querzellen mit verdickten Wänden. Farbstoff ist noch in keiner Zelle, dagegen führen Epidermis und die drei bis vier innersten Reihen des Parenchyms einen körnigen Inhalt.

Fünftes Stadium. Völlig reife Samen, die gleichmäßig braun gefärbt sind.

Im Flächenbild sehen wir die gleichgroßen, polygonalen Zellen der Epidermis mit gleichmäßig verdickten Wandungen, die darunter liegenden dünnwandigen Parenchymzellen sind nur wenig sichtbar.

Im Querschnittsbild zeigt sich (Fig. 12) die einreihige Epidermis mit einer besonders stark verdickten Cuticula (I). Die Zellen sind mit einem gelbbraunen Farbstoff angefüllt, ihre Wandungen sind verkorkt. Unter der Epidermis liegt ein breites Parenchymgewebe, welches in etwa 8—10 Reihen, an den Vorwölbungen aber weit mächtiger auftritt (II). Die erste Zellreihe dieses dünnwandigen Parenchymgewebes ist etwas pallisadenartig ausgebildet, die übrigen Zellschichten sind mehr quergestreckt und werden nach innen zu kleiner. Unter dem Parenchym liegen drei bis vier kleine, gleichmäßig große Zellen mit schwach verdickten Wänden und mit einem braunen Farbstoff angefüllt (III).

Als letzte Lage folgen 1—2 Reihen Querzellen, die im Längsschnitt langgestreckt rechteckig sind (IV). Dieses Gewebe, aus dem inneren Integumente hervorgegangen, führt keinen Farbstoff, doch sind die Wandungen verkorkt. Diese Querzellen fanden wir bei allen von uns untersuchten Iridaceen in der Samenschale. Das Endosperm ist sehr stark verdickt, strahlig angeordnet und führt als Inhalt Fett und Eiweiß.

Wir fanden also, im Gegensatz zu Stscherbatscheff, in der Samenschale vier verschiedene Zellschichten (Fig. 12):

Erstens: Eine Epidermis mit starker Cuticula und verkorkten Zellmembranen (I Ep).

Zweitens: Eine farblose Parenchymschicht in verschieden starker Mächtigkeit (II).

Drittens: Eine tiefbraun gefärbte Parenchymschicht mit 3—4 Reihen isodiametrischer Zellen (III).

Viertens: Querzellenschicht, 1—2 Reihen stark und verkorkt (IV).

Wir konnten also entwicklungsgeschichtlich das Entstehen dieser Querzellen aus dem inneren Integumente nachweisen, auch

zeigte die vierte Zellage eine echte Verkorkung ihrer Zellmembran, indem sie sich mit Gentianaviolett tiefblau färbte. Somit gehört diese Lage zur Samenschale und nicht zum Endosperm, denn bis jetzt existieren unseres Wissens noch keine Angaben über verkorkte Endospermzellen, wie auch wir bei unseren zahlreichen Färbungen nie auf solche gestoßen sind.

Iris sibirica.

Sibirische Schwertlilie.

Die ganze Pflanze ist kleiner, die Blüte hellblau, innen violett. Die dreifächerige Fruchtkapsel läuft in eine kurze Spitze aus, die Anordnung der Samen ist in jedem Fache zweizeilig, die Form der Samen mehr halbmondförmig.

Anatomisch weisen die Samen keinen anderen Aufbau auf, als bei Iris pallida und Iris germanica beschrieben.

II. Principes — Palmae.

Ceroxyloideae — Arecineae.

Areceae.

Areca catechu L.

Syn.: Areca Guvaca M. = Areca Taufel Gärtn. = Areka, Betel oder Pinangnuß.

Eine uralte Kulturpflanze, deren Heimat nicht mit Sicherheit festzustellen ist, und die im Vorder- und Hinterindien, im südöstlichen China, auf den Sunda-Inseln, den Philippinen, Neu-Guinea und Ceylon, im östlichen Arabien und in Ostafrika mit seinen Inseln Mauritius, Sansibar, Madagaskar und Socotra angebaut wird.

Dem Rahmen unserer Arbeit entsprechend gehen wir nur kurz auf den Samen von Areca catechu ein und verweisen im übrigen auf die reichlich vorhandene Literatur. Eine eingehende Arbeit unter Berücksichtigung der Entwicklungsgeschichte liegt vor von Osenbrüg[1].

[1] Osenbrüg, Th., Über die Entwicklung des Samens der Areka Catechu und die Bedeutung der Rumination, Inaugural-Dissertation, Marburg 1894.

Die Frucht ist eiförmig, an der Spitze etwas zugespitzt, unten noch mit dem Reste der Blütenhüllblätter versehen, etwa 6 cm lang und 3 cm im Durchmesser. Das Exokarp ist graugelb und glatt, die Hauptmasse bildet das faserige Mesokarp, das mit dem dünnen harten Endokarp verwachsen ist. Das Mesokarp dient in China als Arzneimittel, in Siam zum Reinigen der Zähne nach dem Betelkauen. Der Same ist hellbraun und von einem feinen und hellen Netz von Furchen durchzogen, die von der verzweigten Raphe herrühren. Oft haftet ihm eine dünne graue Haut, die innerste Schicht des Exokarps an, die aber selten ganz erhalten, sondern an den meisten Stellen abgescheuert ist. Die Form des Samens ist variabel, in der Regel stumpf kegelförmig, seltener etwas breitgedrückt, bis zu 3 cm hoch und bis 2,5 cm im Querdurchmesser. Das Gewicht schwankt von 3—14,7 g (nach Hartwich[1]). An der abgeflachten Basis des Samens liegt der gelblichweiße, halbkreisförmige Nabel und neben ihm in einer unregelmäßigen Höhlung der kleine Embryo, der bei einer älteren Ware meist fehlt. Der querdurchschnittene Same hat, durch die in das Endosperm hineinragende Samenschale, ein schön marmoriertes Aussehen, und besitzt im Innern eine unregelmäßig zerklüftete Höhlung.

Semen Arecae ist offizinell in Deutschland, Schweiz, England, Frankreich und Griechenland und findet Verwendung in der Veterinärpraxis als Bandwurmmittel. In den Kulturländern ist der Same mit der wichtigste Bestandteil des Betel oder Sirihbissen.

Mikroskop: Auf Flächenbildern sieht man die braunen, farbstoffführenden Parenchymzellen in unregelmäßig gestreckter Form und Größe und in verschieden orientierter Lage, dazwischen allseitig verdickte Steinzellen in verschiedener Größe und weniger häufig nur einseitig verdickte Steinzellen. Im Querschnitt zeigt die dünne, braune Samenschale fast bis zur Mitte des starkverdickten Endosperms gehende Ausstülpungen und in diesen Vorwölbungen Leitbündel. Durch ihre braune Farbe heben sie sich scharf von dem weißen Nährgewebe ab. Der Samenschale haftet bisweilen der Rest des Endokarps an in Form von kleinen

[1] Hartwich, Die menschlichen Genußmittel, Leipzig 1911.

rechteckigen, lückenlos aneinandergereihten Zellen mit ziemlich starken Wandungen. Die äußerste Schicht der Samenschale besteht aus rundlichen oder ovalen, gleichmäßig verdickten Zellen, die unregelmäßig angeordnet von schlauchähnlichen Zellen mit braunem Inhalt durchsetzt sind. Eingelagert zwischen diesen liegen teilweise komprimierte Parenchymzellen, und hauptsächlich dort, wo die Einstülpungen in das Endosperm ragen, sind U-förmig verdickte Steinzellen zu finden. Als nächste Lage folgen 3—4, an den Ausstülpungen mehr, Parenchymzellen, die zum Teil collenchymatisch verdickt sind und einen schwarzbraunen Inhalt führen, der durch Behandeln mit Chloralhydrat nicht gelöst wird. Als letzte Schicht liegen hierunter 2—3 Reihen Parenchymzellen, ebenfalls gefärbt, aber heller und mit einem leicht herauslösbaren Farbstoff; sie sind schwach verdickt und oben oder unterseits schwach getüpfelt. Bei diesen beiden innersten Zellschichten der Samenschale konnten wir durch Färbung mit Gentianaviolett eine echte Verkorkung der Zellmembranen nachweisen.

Das Endosperm besteht aus großen, polyedrischen, fast isodiametrischen Zellen, deren Wände stark verdickt, aber von zahlreichen groben Tüpfeln durchbrochen sind, sie führen fettes Öl und Aleuron. Die Zellkonturen heben sich nur wenig ab. Das Gewebe des kleinen Embryo besteht aus schwach verdickten, isodiametrischen Zellen, die reichlich Raphidenbündel führen.

Pulver: Das hellrotbraune Pulver setzt sich zum großen Teil aus den Bruchstücken des weißen oder gelblich-weißen Endospermgewebes zusammen, bestehend aus den großen, stark verdickten und grobgetüpfelten Zellen, bzw. Trümmern dieser, oft noch mit anhängenden Fetzen des rotbraunen Ruminationsgewebes versehen, das aus großen Parenchymzellen mit spaltenförmigen Tüpfeln besteht. Elemente der Samenschale zeigen sich: Erstens als rotbraune dünnwandige Parenchymzellen, in den verschiedensten Größen und unregelmäßig übereinander gelagert; zweitens: als verhältnismäßig kleine, allseitig verdickte Steinzellen und drittens: weniger häufig U-förmig verdickte größere Steinzellen. Sehr selten ist das Gewebe des Embryo mit den Raphidenbündeln zu sehen.

Ceroxyloideae — Cococeae.

Elaeidinaeae.

Elaeis guineensis L.

Ölpalme.

Syn.: Palma spinosa Mill.

Hauptsächlich im tropischen Afrika, neuerdings in Sumatra im großen kultiviert, erstreckt sich ihre Verbreitung auf Amerika und hier besonders auf die Küstengebiete von Brasilien.

Auf einem bis zu 20 m hohen Stamme sitzt eine Krone bestehend aus 10—15 Wedeln in 3—5 m Länge. Die Blüten sind getrenntgeschlechtlich, monözisch. Die weiblichen Blüten bilden einen rundlichen kopfähnlichen Blütenstand, der daraus entstehende Fruchtstand trägt sehr zahlreiche, meist mehrere hundert Steinfrüchte. Die Frucht der Ölpalme ist eiförmig, durch gegenseitigen Druck etwas abgeflacht, im Mittel 2,5 cm lang und 1,5 cm breit und enthält in der Regel nur einen einzigen Samen. Die schwarzbraunen, etwas kantigen Samen sind gestreckt eiförmig und von netzartigen Furchen durchzogen, die von den verzweigten Gefäßbündeln der Raphe verursacht sind, ihre Länge beträgt bis 1,5 cm, ihre Breite bis 1 cm. Die Hauptmasse des Samens wird von dem weißen, sehr fetthaltigen Endosperm gebildet, das im Innern einen langen Spalt aufweist und in dem, der Anheftungsstelle gegenüber, der kleine, nur wenig gekrümmte Keim liegt. Während die Frucht in den Produktionsländern auf Öl verarbeitet wird, kommen die Samen nach Europa zur Fettgewinnung, besonders für Seifen und Kerzenfabrikation. Die Preßrückstände dienen als Mastpulver, werden aber auch häufig zur Verfälschung von Drogen und Gewürzpulver, z. B. des Pfeffers verwendet.

Mikroskop: Im Flächenbild sehen wir als oberste Schicht hellbraune Zellen mit perlschnurartigen Verdickungen und grobgetüpfelten Wänden. Unter dieser Zellage finden sich mehrere Reihen ziemlich kleiner, parenchymatischer Zellen dicht gefüllt mit einem braunen Inhalt. Sie liegen reihenweise parallel, während die einzelnen Reihen sich fast senkrecht kreuzen.

Im Querschnitt können wir drei Zellagen unterscheiden. Erstens: stark verdickte Steinzellen, die dem Samen oft in

mehreren Lagen anhängen, ihn aber nicht lückenlos umgeben. Zweitens liegen hierunter 1—2 Reihen wenig verdickte, farblose Parenchymzellen, die den Samen ganz umhüllen und stets anzutreffen sind. Diese Zellage wird von vielen Autoren nicht mit angeführt, so von Harz[1], Möller[2], Hanausek[3], Vogl[4] und Wiesner[5]. Harz nennt die Steinzellen äußere Samenschale, die folgenden braunen Parenchymzellen innere Samenschale, die farblose Schicht fehlt. Möller rechnet nur die braungefärbten Parenchymzellen zur Samenschale, die anhängenden Steinzellen zum Endokarp, die farblosen Zellen erwähnt er nicht. Hanausek bezeichnet die Steinzelle als sklerenchymatische Deckschicht, zeichnet aber nicht die farblosen Parenchymzellen. Wiesner erwähnt den Befund von A. Meyer, hält aber diese zweite Zellage für Sklereiden, die ihre Verdickung verringert haben und den Übergang vom Endokarp zur eigentlichen Samenschale bilden. Meyer[6] hat denselben Befund wie wir, er rechnet die anheftenden Steinzellen, die noch mit dem Endokarp zusammenhängen und besonders die darunter liegenden, wenig verdickten farblosen Zellen zum Raphengewebe. Nach unserer Auffassung gehören die Steinzellen zum Endokarp und erst die 1—2reihige, wenig verdickte Schicht zum Raphengewebe. Als eigentliche Samenschale rechnen wir die gleichmäßig großen, schwarzbraun gefärbten Parenchymzellen, die in 10—12 Reihen auftreten und verkorkt sind. An die Samenschale schließt sich das strahlig angeordnete Endosperm an, das dem von Cocos nucifera ähnlich ist, doch ist es derber, die Wände sind dickwandiger und deutlicher getüpfelt. Die an die Samenschale angrenzenden Zellen sind verhältnismäßig klein, zur Mitte hin nehmen sie eine gestreckte Form an. Die Wände sind stark verdickt, doch die der äußeren Zellen weniger, ebenso ist die Tüpfelung am Rande schwach, nach der Mitte hin bedeutend gröber. Ein Querschnittsbild aus der Mitte des Endosperms

---

[1] Harz, Landwirtschaftliche Samenkunde, II, pag. 1125.
[2] Möller, Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel, pag. 483.
[3] Hanausek, Realenzyklopädie, Bd. IX.
[4] Vogl, Die wichtigsten Nahrungsmittel, pag. 550.
[5] Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreichs, Bd. III, pag. 699.
[6] A. Meyer, Archiv der Pharmacie, 1884, Bd. XXII.

zeigt uns langgestreckte, rechteckige, scharfrandige Tüpfelkanäle. Auf einem Tangentialschnitt erscheinen die Zellen fast rund auf der Ober- oder Unterseite, mit großen runden Tüpfeln und die Wandungen grobknotig verdickt. Das Endosperm enthält reichlich Fett und Aleuron.

Pulver. Im Pulver sieht man Bruchstücke des starkwandigen Endosperms, entweder die langgestreckten, rechteckigen, mit runden Tüpfeln versehenen Zellen eines Querschnittes, oder die isodiametrischen, dickwandigen Zellen mit 6—8 groben Poren eines Tangentialschnittes, beide mit grobknotig verdickten Wänden. Stets finden sich, wenn auch in geringen Mengen, stark verdickte, dunkelbraun gefärbte Steinzellen, sowie Flächenbilder der farblosen Zellschicht des Raphengewebes mit ihren gestreckten Zellen mit perlschnurartigen Verdickungen. Elemente der Samenschale zeigen sich im Flächenbild als schmale, tangential gestreckte, lückenlos aneinandergereihte Zellen aus mehreren sich kreuzenden Schichten, alle mit einem braunen Inhalt gefüllt.

Attaleineae.

Cocos nucifera L.

Kokospalme.

Das Verbreitungsgebiet der Kokospalme liegt in den Tropen der ganzen Welt. Die Frucht ist bis kopfgroß und umschließt nur einen Samen. Das Exokarp wird von einer glatten, gänzend braunen Haut gebildet, das Mesokarp besteht aus einer drei und mehr Zentimeter breiten Faserschicht, die als Coir einen großen Handelsartikel bildet, und ist mit der bis 6 mm dicken Steinschale, dem Endokarp, verwachsen. In der Steinschale liegt der meist 10—12 cm im Durchmesser große Same, dessen Raphe mit ihren verzweigten Gefäßbündeln und den sie umgebenden Zellschichten mit Teilen des Endokarps zusammenhängt. Unter der dünnen braunen Samenschale befindet sich das 2—3 cm dicke, innen hohle Endosperm, an dessen Basis der kleine Embryo liegt. Das Endosperm bildet als Coprah einen wichtigen Artikel des Welthandels, im kleinen Maße findet es in der Form von Schnitzel für die Kuchenbäckerei Verwendung. Die Hauptmasse

wird durch Auspressen als Speisefett gebraucht und dient in ihren vermahlenen Preßrückständen als Mastfutter zur Viehzucht. Diese Ölkuchen werden häufig zur Verfälschung von Drogen- und Gewürzpulvern herangezogen.

Mikroskop: Die gegenüber dem starken Endokarp nur verhältnismäßig dünne Samenschale ist ungleichmäßig gebaut. Eine Epidermis ist nicht nachweisbar, die anhaftenden Steinzellen des Endokarps ragen verschieden tief in die Samenschale hinein, die Oberfläche zeigt ein furchiges Netz von Adern, die die Abdrücke der verzweigten Raphe darstellen. Im Flächenbild sieht man ungleich geformte, langgestreckte, farblose Steinzellen des anhaftenden Endocarps mit reichlichen Tüpfeln, darunter meist ungetüpfelte, polyedrische Zellen der Samenschale mit dicken Wandungen und mit einem braunen Farbstoff gefüllt. Im Querschnitt (Fig. 13) zeigt sich eine Lage der anhaftenden Steinzellen in sehr verschiedener Mächtigkeit und oft von Lücken unterbrochen [Steinzellennester (St.)], sie sind rundlich mit perlschnurartig verdickten Wänden, sie färben sich mit Phloroglucin-Salzsäure rot und heben sich dadurch scharf von der nächsten Zellage ab. Diese, die eigentliche Samenschale, wird aus 10—20 Reihen kleiner, verdickter, meist ungetüpfelter Zellen gebildet, die in zwei deutlich voneinander zu unterscheidenden Lagen auftreten. Die äußere Lage (I) besteht aus tangential gestreckten, reihenweis parallel gerichteten Zellschichten, während einzelne Gruppen sich kreuzen. Nach innen werden die Zellen kleiner, doch zwischen ihnen eingelagert liegen große Pigmentschläuche. Die beiden innersten Zellschichten der Samenschale bestehen aus gleichförmigen, rundlichen Zellen mit stärker verdickten Wänden und mit einem schwarzbraunen Farbstoff gefüllt (II). Nach gutem Entfärben mit Javellescher Lauge gibt diese Zellage mit Gentianaviolett die Korkreaktion. Mit der Samenschale eng verwachsen ist das Endosperm, dessen äußerste Zellenreihen klein, fast isodiametrisch, die folgenden Zellen aber stark radiär gestreckt sind. Die Wandungen sind ziemlich dünn und lassen erst nach starkem Quellen mit Kalilauge vereinzelte flache Tüpfel erkennen und diese meist nur auf den Querwänden.

Pulver: Die Hauptmasse des Pulvers besteht aus den Bruchstücken des Endosperms, das aus farblosen, dünnwandigen und

sehr langgestreckten Zellen gebildet wird. In Wasser, besser in Glyzerin oder Öl, sehen die Zellwände gefaltet, zerknittert oder zerrissen aus, erst in einer Quellflüssigkeit, am besten in Kalilauge, zeigen sich die richtigen Konturen und vereinzelte Poren. In einem Glyzerinpräparat sieht man auch die zahlreichen Inhaltsbestandteile der Zellen, wie Fett, oft noch in Kristallen, Eiweiß und Aleuron mit großen Kristalleinschlüssen, die sich nach Behandlung mit Jod und schwacher Schwefelsäure zumeist deutlich abheben. Die Zellen der Samenschale sind als Flächenbilder in etwas gestreckter Form mit verdickten Wänden und braunem Farbstoff schichtenweise parallel gerichtet und die einzelnen Schichten sich kreuzend zu sehen. Getüpfelte, farblose Zellen rühren von den Steinzellen des anhängenden Endokarps her, die in Querschnittsbildern mehr isodiametrisch, aber gleichfalls reich getüpfelt erscheinen, sie färben sich mit Phloroglucin-Salzsäure rot. Querschnittsbilder der Samenschale sind selten anzutreffen, sie haben kleine, verdickte, braungefärbte Zellen.

Coryphoideae — Phoeniceae.

Phoenix dactylifera L.

Dattelpalme.

Eine uralte Kulturpflanze, hauptsächlich in Nordafrika und Arabien heimisch. Die Bäume sind diözisch, in Kulturen werden in weitaus größter Zahl die weiblichen gezogen, männliche nur, soweit sie zur Bestäubung notwendig sind. Man unterscheidet im Handel ihrer Herkunft nach eine große Anzahl von Früchten (Arten), am bekanntesten sind Alexandriner Datteln und Berberische Datteln. Die Frucht ist eine einsamige, walzenförmige Beere, 5—8 cm lang, gelb bis braunrot glänzend und mit einem etwa 1 cm dicken Fruchtfleisch versehen. Der braune Same, Dattelkern genannt, ist länglich, beiderseitig etwas zugespitzt, 2—3 cm lang und etwa 0,5 cm dick. Meist ist er noch rings von einer zarten, farblosen Haut, dem Endokarp, bedeckt oder es haften ihm Bruchstücke von diesem an. Der Same ist querrunzelig, auf der Bauchseite mit einer tief in das Endosperm eindringenden Längsfurche versehen, etwa in der Mitte der gegenüberliegenden

Seite liegt dicht an der Peripherie des Endosperms der kleine Embryo. In den Produktionsländern dient die Frucht als Nahrungsmittel, bei uns als Obst. Die Samen werden gepulvert schon seit langer Zeit als Verfälschung von Gewürzen, Kaffee und Futtermittel verwendet.

Mikroskop: Flächenbild. Das den Samen als feine, farblose Haut umhüllende und nicht immer vollständig vorhandene Endokarp hat zartwandige, langgestreckte, polyedrische und sehr flache Zellen. Die Epidermis der Samenschale zeigt langgestreckte, farblose und unregelmäßig geformte Zellen mit perlschnurartig verdickten Wänden. Unter dieser lückenlos aneinander gereihten Schicht sieht man deutlich schlauchähnliche Zellen mit lebhaft braunem Farbstoff gefüllt, und mit diesen kreuzen sich, aber weniger gut sichtbar, farblose Parenchymzellen.

Quer- und Längsschnitt. Die sehr zarten, kollabierten Zellen des Endokarps sind im Quer- und Längsschnittsbild als ein dünner Belag nur wenig sichtbar (Endokarp). Die Samenschale dagegen weist drei deutlich voneinander zu unterscheidende Zelllagen auf (Fig. 14 und Fig. 15).

Erstens (I): Die Epidermis aus verdickten, runden und porösen Zellen umgibt lückenlos den ganzen Samen. In einem radiären Längsschnitt sind die Zellen ebenfalls verdickt und porös, aber flach und langgestreckt.

Zweitens (II): Unter der Epidermis liegen 5—6 Reihen verschieden großer, verkorkter Parenchymzellen mit schwach verdickten Wänden, zwischen denen sich auch vereinzelte sklerosierte Zellen finden. In dieser Parenchymschicht liegen die Pigmentschläuche, die sich als rotbraune Kreise oder Ellipsen im Querschnitt zeigen. Im tangentialen Längsschnitt haben sie eine meist langgestreckte, keulenförmige Gestalt.

Drittens (III): Auf die großzellige Parenchymschicht folgen nach innen 2—3 Reihen kleine, stark zusammengefallene, dünnwandige, ziemlich gleichmäßig große, ebenfalls verkorkte Zellen, gänzlich mit einem braunen Farbstoff angefüllt.

Das Endosperm besteht aus sehr stark verdickten und breit getüpfelten Zellen, die sich mit Chlorzinkjod violett färben. Die Poren verbreitern sich zu der im behandelten Präparat gut sichtbaren Mittellamelle hin trichterförmig.

Pulver: Zum Nachweis von Dattelkernen im Pulver genügen nicht allein die stark verdickten Endospermzellen, sondern Phoenix dactylifera wird charakterisiert durch Flächenbilder der perlschnurartig verdickten Epidermiszellen und der darunterliegenden großzelligen Parenchymschicht mit den sich kreuzenden, langgestreckten und braungefärbten, keulenförmigen Pigmentschläuchen. Eventuell noch durch Fragmente des anhaftenden Endokarps, dessen Flächenbilder aus polyedrischen langgestreckten und dünnwandigen Zellen bestehen.

Phytelephantoideae.

Phytelephas macrocarpa Ruiz et Pavon.
Phytelephas microcarpa Ruiz et Pavon.

Der Index Kewensis führt 15 Phytelephas-Arten an, von denen hauptsächlich zwei das wertvolle südamerikanische, vegetabilische Elfenbein liefern und zwar Phytelephas macrocarpa Ruiz et Pavon und Phytelephas microcarpa Ruiz et Pavon. Diese kommen unter den verschiedensten Namen, wie Steinnüsse, Elfenbeinnüsse, Coruscon- oder Corozunüsse und Taguanüsse in den Handel. Eine ausführliche Beschreibung der Sorten hat J. Möller[1] aufgestellt.

Ihre Heimat ist Südamerika und hier besonders in Kolumbien das Gebiet des Magdalenenstromes mit seinen Nebenflüssen. Phytelephas macrocarpa hat einen bis 2 m hohen Stamm mit dichter Krone aus Fiederblättern, Phytelephas microcarpa ist stammlos und hat nur große, schöne, gefiederte Blätter. Der Fruchtkolben der Phytelephantoideae ist ein Synkarpium aus sechs oder mehr aneinandergepreßten und verwachsenen beerenartigen Einzelfrüchten. Jede Einzelfrucht ist gefächert mit meist 4—6 Fächern und mit je einem Samen in jeder Abteilung. Das Perikarp besteht aus dem mit holzigharten Höckern versehenen Exokarp, dem eßbaren, saftigen Mesokarp, und dem pergamentartigen, dünnen Endokarp. Das Endokarp hüllt jeden einzelnen Samen ein, und darin ist wohl die Erklärung zu suchen, daß

[1] Mitteilungen des k. k. technologischen Gewerbemuseums, Wien 1880, 6.

man es früher als Samenschale angesehen hat. Es besteht aus zwei leicht voneinander zu trennenden spröden Schichten, von denen die obere grau bis schwarz, die innere mehr tiefschwarz und jede etwa $^1/_2$ mm dick ist. In dieser Endokarp-Steinschale liegt lose der Same, dem meist noch Reste des Endokarps anhaften. Er ist etwa 4 cm lang, 2,5—3 cm im Durchmesser und hat die Form eines Kugelsegmentes. Die sehr dünne Samenhülle ist hellbraun und mit netzförmigen Furchen durchzogen, die als Abdruck der an der Steinschale des Endokarps haften bleibenden Raphe anzusehen sind. An der einen Seite, der Stelle des Hilums, ist der Same abgeflacht und seitlich davon sieht man einen hellen, warzenartigen Vorsprung, den Keimdeckel. Unter diesem liegt in einer walzenförmigen Höhlung der kleine Embryo. Die Hauptmasse des Samens bildet das gelblich-weiße Endosperm, das im Innern einen mehr oder weniger großen Spalt aufweist, und der Großhandel unterscheidet dementsprechend Guayaquil- und Colonsorten mit kleinem Spalt und die feinen Savanilla- und Tumacosarten mit großem Spalt. Doch finden sich bei den letztgenannten diese Beschädigungen, die nach Hanausek[1] durch das Eintrocknen der Kerne verursacht werden, weit seltener. Verarbeitet werden die Samen in der Hauptsache zu Knöpfen, in ihren Abfällen dienen sie zur Verfälschung von Kaffee- und Gewürzpulvern.

Mikroskop: Über die Steinschale, das Endokarp und das Endosperm der Steinnüsse, die zuerst von Morren[2] näher behandelt sind, liegen ausführliche Beschreibungen vor. Molisch[3] beschrieb als erster das Vorkommen von Kieselsäurekörpern in der Steinschale. Eingehende anatomische Beschreibungen der Samenschale fehlen und die Angaben in der Literatur sind sehr kurz und unklar gehalten und als Zeichnungen werden nur die von Möller und Vogl angeführt. Wir fanden die Untersuchungen, soweit sie die Samenhülle betreffen, die uns außer dem Endosperm anatomisch allein interessiert, nicht bestätigt, so schreibt Möller[4]: „Samen. Der an der Steinschale haftende Teil der

[1] Realenzyklopädie, Bd. XI.
[2] Dodomaea, Recueil d'obsero de Botanique, I, 2, pag. 74.
[3] Molisch, Die Kieselzellen in der Steinschale der Steinnuß.
[4] Möller, loc. cit., pag. 97[2].

Samenhaut besteht aus Sklerenchymfasern mit dunkelbraunem Inhalt, die in verschiedenen Lagen sich kreuzen. Der mit dem Samenkern verwachsene Teil der Samenhaut ist großzellig, dickwandig, undeutlich getüpfelt. Zwischen diesen beiden Schichten verlaufen die Leitbündel, so daß sie beim Auslösen der Samen meist an der Steinschale zurückbleiben und nur ihre Abdrücke an der Samenoberfläche erkennbar sind." Hanausek[1] bringt nur ein Querschnittsbild und Flächenbild nach Möller, aber keine Beschreibung der Samenschale. Tschirch[2] schreibt: „die Samenschale besteht aus verschieden langen und verschieden orientierten gestreckten Sklereiden mit braunem Inhalt (Zeichnung siehe Vogl)". Vogl[3] gibt folgende Beschreibung: „Die dünne, braune, den beinharten Kern bedeckende Haut besteht aus mehreren Schichten ziemlich locker zusammenhängender, stabzellenartiger Sklereiden, welche schichten- und gruppenweise verschieden orientiert sind. Diese Stabzellen (Fig. 267, 1—8) sind bis 540 μ lang bei 9—30 μ Breite, gerade oder gebogen, an den Enden abgerundet, stumpf, gestutzt, oft an einem Ende verbreitert, keulen- oder keilförmig, manchmal auch ausgerandet, kurz und schief gespitzt usw. Zwischen den längeren sind hier und da kürzere Sklereiden eingeschaltet. Sie sind stark verdickt, meist mit engem aber deutlichem Lumen und darin mit rundlichen oder länglichen bis spindelförmigen, orangeroten oder braungelben Körnchen, in der Wand mit bald entfernteren, bald genäherten einfachen und verzweigten Poren kanälen."

In seinen Zeichnungen, auf die auch Tschirch verweist, hat er nur einzelne Zellen oder Bruchstücke gebracht.

Wiesner[4] gibt eine ausführliche Beschreibung des Endokarps und Endosperms, hinsichtlich der Samenschale schreibt er nur: „Die braune Zone (die dritte des Endokarps), besteht aus mehreren Lagen verschieden langer und verschieden orientierter Faserzellen, die auch die braune, dem Samenkern anhaftende Samen-

---

[1] Hanausek, loc. cit.

[2] Tschirch, Handbuch der Pharmacognosie.

[3] Vogl, Die wichtigsten vegetabilischen Nahrungs- und Genußmittel, pag. 554.

[4] Wiesner, Die Rohstoffe, III. Bd., III. Aufl., pag. 679.

haut zusammensetzen. Die Faserzellen führen einen braunen Inhalt."

Unser Befund ist folgender: Gute Schnitte sind wegen der Härte des Materials schwierig zu erhalten und war eine besondere Behandlung nötig. Der ganze Same wurde 24 Stunden in Wasser gelegt, dann in ihn mit einem kräftigen und scharfen Instrument, am zweckmäßigsten mit einem Meißel, Quer- und Längsfurchen in etwa 1—2 cm Länge und 3—4 mm Tiefe eingekerbt, die Schnittfläche mit Glyzerin betupft und mit dem Rasiermesser feine Partien geschnitten. Aufgehellt wurden die Schnitte durch 1—2stündiges Liegenlassen in Javellescher Lauge, Abwaschen in destilliertem Wasser und starkes Erwärmen in Chloralhydrat. Es handelt sich hier nur um die Samenschale soweit sie an dem vom Endokarp losgelösten Samen noch erhalten ist. In Wirklichkeit ist der äußere Teil, in dem die Raphe verläuft, am Endokarp bei der Loslösung haften geblieben.

Das Flächenbild (Fig. 16) zeigt langgestreckte, reihenweise angeordnete Zellen, deren einzelne Lagen sich kreuzen. Die Wände sind wenig verdickt und nicht getüpfelt. Zwischen diesen liegen große Pigmentschläuche in verschiedenen Formen, die auch nach dem Aufhellen ihre Farbe behalten, ähnlich wie wir sie auch bei Phoenix dactylifera antreffen, sie sind langgestreckt, oft gekrümmt, an den Enden meist keulenförmig erweitert. Die der Samenhülle stellenweise noch anhaftenden Steinzellen des Endokarps sind verschieden lang, gruppenweise parallel gerichtet, stark verdickt und getüpfelt. Bei Flächenschnitten trifft man leicht, wegen der sehr geringen Mächtigkeit der Samenhülle, noch die ersten Zellen des Endosperms, die eine polygonale, fast isodiametrische Form zeigen mit stark verdickten Wänden. Möller bezeichnet sie als Zellen der Samenschale. Nach unseren zahlreichen Schnitten müssen wir annehmen, daß er die erste Lage des Endosperms, die polygonal, nicht getüpfelt und stark verdickt ist, wie man sie in seinem Querschnittsbild übereinstimmend mit unserem Befund der äußeren Endospermzellen gezeichnet findet, für Zellen der Samenschale gehalten hat. Ein gut aufgehelltes Querschnittsbild bestätigt unseren Befund (Fig. 17). Wir sehen oft noch runde, etwas gestreckte Steinzellen, stark verdickt, mit Poren, herrührend von dem noch teilweise anhaftenden Endokarp und darunter

4—5 Reihen runde oder elliptische Parenchymzellen, zwischen denen größere und unregelmäßigere Zellen liegen, auch nach Behandlung noch mit gefärbten Wänden.

Als innerste Zellschicht ist eine Reihe etwas gestreckterer Zellen direkt mit dem Endosperm verwachsen. Alle Elemente der äußerst dünnen Samenhülle sind verkorkt und färben sich nach vorhergehender guten Aufhellung mit Javellescher Lauge mit Gentianaviolett tiefblau.

Die äußersten Zellen des Endosperms bestehen aus kleinen, polygonalen, fast rundlichen Parenchymzellen mit dicken Wänden. Den gleichen Befund des Endosperms beschreibt Wiesner[1]. Nach der Mitte zu nehmen sie eine lange und radiär angeordnete gestreckte Gestalt an und sind parallel nebeneinander gelagert, die Zellwände sind außerordentlich verdickt, das Lumen ist dadurch stark verringert, die Zellkonturen sind nicht sichtbar. Die Porenkanäle ragen fühlerförmig in die verdickten Zellwände hinein, sie sind am Ende keulenförmig erweitert. Chlorzinkjod färbt die Zellwand violett, Schnitte in Jodjodkalium gelegt, geben ein besonders charakteristisches Bild. Die Zellwandungen färben sich hellgelb, die Lumina mit ihren fühlerförmigen Porenkanälen tiefbraun und heben sich so besonders scharf ab. Die Größe der Zellen, die für die Unterscheidung von Coelococcus von Wichtigkeit ist, beträgt gegen das Zentrum des Samens hin im Mittel 250 μ in der Länge, 60—80 μ im Querschnitt, die Breite des Lumens ist 40—45 μ.

Pulver. Für die Pulveranalyse kommen hauptsächlich die oben angegebenen Elemente des Endosperms mit ihren Größenverhältnissen in Betracht. Bruchstücke der Samenhülle sind charakterisiert durch die anhaftenden Steinzellen des Endokarps, die im Flächenbild eine gestreckte, unregelmäßige Gestalt haben, im Querschnittsbild mehr rund, stark verdickt und mit Poren versehen sind. Flächenbilder der Samenschale zeigen langgestreckte, stabförmige Zellen, an den Enden oft keulig erweitert, schichtenweise parallel gerichtet und die einzelnen Schichten sich kreuzend. Dazwischen gelagert große, unregelmäßig geformte Pigmentschläuche. Querschnittsbilder sind kaum anzutreffen.

---

[1] Wiesner, loc. cit., pag. 680.

Lepidocarpoideae — Metroxylaeae.

Coelococcus salomonensis Warb.
Coelococcus carolinensis Dingler.

Das sogenannte polynesische, vegetabilische Elfenbein stammt in der Hauptsache von Coelococcus salomonensis Warb. und Coelococcus carolinensis Dingler, deren Samen unter den Namen Tahiti- oder Fidschinüsse, Wassernüsse, auch australische Nüsse in den Handel kommen. Die Verworrenheit, die lange Zeit über Nomenklatur und Herkunft herrschte, wurde durch die Arbeit O. Warburgs[1] geklärt. Er stellte fest, daß zwei Hauptgebiete von Polynesien die Tahitinüsse liefern, daß also weder Tahiti, wie der Name vermuten läßt, noch irgend eine der anderen Freundschaftsinseln als Heimatsland in Frage kommen. Er hält Gründe der Konkurrenz maßgebend für Geheimhaltung oder absichtlich falsche Benennung des Produktionslandes. Diese Gebiete sind die Karolinen und Salomonsinseln, auf denen die Palmen mit kurzem Stamm und endständiger Krone und mehrjährigem Blütenkolben heimisch sind. Der Fruchtknoten ist unvollständig, dreifächerig, die Frucht gepanzert und mit trockenem Fruchtfleische versehen.

Wir untersuchten die Samen von Coelococcus salomonensis und Coelococcus carolinensis; makroskopisch sind beide gut voneinander zu unterscheiden. Coelococcus carolinensis ist bis faustgroß, an der Oberfläche glatt, die Farbe ist braunschwarz, glänzend, etwas streifig. Coelococcus salomonensis ist kleiner, apfelgroß, dagegen laufen von der Raphenhöhle zum Scheitel etwa zehn mehr oder weniger hervortretende Leisten. Die Farbe ist heller, rostbraun und matt. Warburg[2] gibt als Hauptunterschied die schuppige Fruchtschale an, die bei Coelococcus carolinensis braun und matt, bei Coelococcus salomonensis strohgelb ist, außerdem sind die Schuppen der Karolinennuß breiter als lang und längsfurchig, die der Salomonsnuß ebenso lang als breit. Die Gestalt beider Samen ist kugelförmig, an der Basis breit abgeflacht und hier ist eine große, tief in das Innere dringende, nach dem Zentrum zu breiter werdende Höhlung, die durch eine Wucherung der Raphe

[1] Warburg, Verbreitung, System und Verwertung der polynesischen Steinnußpalmen, Berichte der deutschen botan. Gesellschaft 96, XIV, pag. 133.

[2] Warburg, loc. cit., pag. 136.

entstanden ist. Diese ist bei Coelococcus carolinensis breit, bei Coelococcus salomonensis bedeutend enger. Wendland[1] gibt als Maße für Coelococcus carolinensis 5—6 cm Höhe und 6 8 cm Durchmesser an, als größtes Gewicht 220—240 g. Die von uns untersuchten karolinensischen Nüsse waren 5 cm hoch und hatten 7 cm im Durchmesser, die salomonensischen 5,2—5,4 cm hoch und 6,2 cm im Durchmesser. Am Scheitel des Samens, der gleichfalls etwas abgeflacht und eingesunken ist, liegt in einer walzenförmigen Höhlung, die einen Durchmesser von etwa 0,5 cm besitzt, der kleine Keimling. Die Öffnung ist von einem kreisrunden Deckel verschlossen, der bei Coelococcus salomonensis meistens fehlt. Wiesner[2] gibt als Durchschnittsgewicht für Coelococcus salomonensis 98,5 g an. Unser Material wog 136,5 g für Coelococcus carolinensis und 130 g für Coelococcus salomonensis. Die Samen werden in der Knopffabrikation verwandt und in ihren Abfällen zu Kaffee- und Gewürzpulver-Verfälschungen gebraucht.

Mikroskop. Bei den mikroskopischen Angaben über die Coelococcussamen fehlt faßt überall die Beschreibung der dünnen Samenschale. Bei Anfertigung der Schnitte ergaben sich dieselben Schwierigkeiten, wie bei Phytelephas microcarpa und macrocarpa. Nach dem dort beschriebenen Verfahren erhielten wir auch hier brauchbare Bilder, nur behandelten wir die Schnitte 5—6 Stunden mit Javellescher Lauge, weil wir sonst der dunkleren Färbung wegen keine genügende Aufhellung erreichten. Im Flächenbild sehen wir die anhaftenden Sklereiden des Endokarps, langgestrekt, mit stark verdickten Wandungen und getüpfelt, darunter flache, etwas gestreckte Zellen mit schwach verdickten Wänden und mit schwarzbraunem Farbstoff gefüllt, schichtenweise parallel gelagert, die einzelnen Schichten aber verschieden orientiert. Bei tiefer geführten Schnitten kommen noch die äußersten Zellen des Endosperms zum Vorschein, die gleich wie bei Phytelephas polyedrisch, fast isodiametrisch gestaltet sind und starkverdickte Wandungen ohne Poren zeigen. Im Querschnitt (Fig. 18) liegen außen Gruppen von Steinzellen des Endokarps, die oval stark verdickt und getüpfelt sind, darunter 6—8 Reihen wenig verdickte, ungetüpfelte,

[1] Wendland, Beiträge zur Kenntnis der Palme, Bot. Ztg. 1878, pag. 144.
[2] Wiesner, Rohstoffe, Bd. III.

aber stark zusammengefallene Zellen. Ihre Lage ist verschieden orientiert und zwischen ihnen sind Farbstoffschläuche eingelagert. Das Endosperm zeigt große Ähnlichkeit mit dem von Phytelephas. Es sind radiärgestreckte Zellen, von denen nur die äußerste Lage klein und fast ohne Poren ist. Sie haben stark verdickte Reservezellulosewände, die sich mit Chlorzinkjod violett, mit Jodjodkalium hellgelb färben. Die Porenkanäle, die sich am Ende keulig erweitern, sind nicht so lang wie bei Phytelephas und haben nicht das fühlerähnliche Aussehen. Die Zellkonturen, die sich nicht zeigen bei Phytelephas, sind bei Coelococcus, besonders nach Behandlung mit Kalilauge gut zu sehen. Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal zwischen Phytelephas und Coelococcus sind die Einzelkristalle von Kalkoxalat, die sich in den Endospermzellen von Coelococcus finden, bei Phytelephas aber gänzlich fehlen. Zum Nachweis gibt Wiesner[1] folgende Vorschrift, nach der man die Anwesenheit von Kalkoxalat gut nachweisen kann: Verdünnte Schwefelsäure bewirkt langsamen Zerfall der Kristalle, aber keine Gipsnadeln. Kocht man aber die Schnitte zuvor in Alkohol und dann in Wasser, so lösen sich die Kristalle alsbald in Schwefelsäure und sofort schießen die Gipsnadeln in voller Deutlichkeit aus. Es läßt sich das Ausbleiben der Gipsnadelbildung, wenn das Auskochen unterlassen wird, dahin erklären, daß die Kristalle in einer fetten oder gelatinösen Masse eingebettet liegen, welche die Kristallisation des neugebildeten Calciumsulfates verhindert. Ist aber dieselbe durch den heißen Alkohol und das heiße Wasser gelöst und entfernt worden, so steht der Kristallbildung kein Hindernis im Wege.

Pulver. Für die Pulveranalyse sind außer den Kalkoxalatkristallen die Größenverhältnisse der Endospermzellen von Wichigkeit. Der Querdurchmesser der Zellen beträgt im Maximum 50 μ, von Phytelephas jedoch 60—80 μ. Der Durchmesser des Lumens der Tahitinuß schwankt zwischen 20 und 32 μ, der der Steinnuß aber zwischen 40—45 μ.

Die Flächenbilder der Samenhülle zeigen die anhaftenden Steinzellen des Endokarps, die Zellform ist aber nicht so unregelmäßig gebuchtet und keulenformig wie bei Phytelephas.

[1] Wiesner, loc. cit., pag. 686.

Die eigentliche Samenhülle hat weniger langgestreckte Zellformen, die Zellen sind alle stark zusammengefallen und mit einem tiefbraunen Farbstoff gefüllt. Querschnittsbilder sind kaum anzutreffen.

Borassoideae — Borasseae.

Hyphaene thebaica Mart.

Syn.: Hyphaene coccifera Pers. — Coccifera theb. L. — Corypha theb. L.

Daum-, Dum- oder Doumpalme.

Große, oft gabelästig verzweigte Bäume mit starken Blättern und bis 1 m langen Blütenkolben und großen Früchten. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich über ganz Oberägypten, den Sudan, bis zum Äquator. Die Palme wird in allen Teilen von den Eingeborenen ausgenutzt. Der Stamm dient als Bauholz, die Blätter zu Flechtwerk, das Fruchtfleisch zur Nahrung[1]. Nach Dragendorff[2] liefert die Dumpalme ein Harz, bekannt als Baellium aegyptiacum, mit diuretischen und diaphoretischen Eigenschaften. Seit einigen Jahren wird das Endosperm seiner größeren Billigkeit wegen als ostafrikanisches oder abessynisches vegetabilisches Elfenbein in den Handel gebracht als Ersatz für die teuren Phytelephas- und Coelococcussamen. Doch ist vor ihrer Verwendung in der Knopffabrikation ein Entfettungs- und Bleichprozeß notwendig. Die Drechslerabfälle finden die gleiche Verwendung, wie die andern Steinnüsse, nämlich zur Verfälschung von Kaffee- und Gewürzpulvern.

Die Frucht ist apfelgroß und ähnelt in ihrem Aufbau der Frucht von Cocos nucifera. Das dünne Exokarp ist rotbraun, glatt und glänzend. Das Mesokarp besteht aus einem großzelligen, dünnwandigen Parenchym, das von reichlichen Fasersträngen, die mit der Steinschale des Endokarps fest verwachsen sind, durchzogen ist. Das Endokarp wird aus einer festen Schale von stark verdickten Sklerenchymfasern, die einerseits mit dem Mesokarp, anderseits mit der Samenschale verwachsen sind, gebildet. Der Samen ist rund, etwas birnenförmig, auf der einen

[1] Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien, II, 3, pag. 39.
[2] Dragendorff, loc. cit., pag. 95.

Seite, der Stelle des Hilums, abgeplattet, auf der Gegenseite etwas spitz zulaufend und dort, wo der kleine Embryo in einer walzenförmigen Grube an der Peripherie des Endosperms liegt, befindet sich noch eine warzenförmige Spitze.

Das Endosperm ist bläulich weiß, etwa 1 cm dick und innen hohl. Es ist nicht so hart wie das der anderen vegetabilisches Elfenbein liefernden Nüsse, und es bereitet keine großen Schwierigkeiten bei der Herstellung von Schnitten.

Mikroskop: Samenschale und Endokarp sind so innig miteinander verwachsen, daß man eine Trennungslinie beider an der Handelsware nicht ohne weiteres feststellen kann. Im Flächenbild (Fig. 19) sieht man ein lockeres Gewebe derbwandiger, runder, zum Teil tangential gestreckter Zellen, deren Membran hellgelb gefärbt und an einigen Stellen, meist in der Mitte der beiden langgestreckten Wände, mit einigen, selten mehr als sechs groben Poren versehen sind. Auf der Ober- oder Unterseite finden sich reichlich kleine, längliche Tüpfel. Zwischen diesen, sämtlich braunen Farbstoff führenden Zellen liegen andere, mehr langgestreckte, schlauchähnliche, an den Enden oft keulig erweiterte, gleichfalls mit einem tiefbraunen Farbstoff gefüllte Zellen, sie sind dadurch gekennzeichnet, daß durch eine einfache Behandlung mit Chloralhydrat der Farbstoff noch nicht, wie bei den übrigen Zellen, gelöst wird.

Unter diesem locker aneinander schließenden Gewebe befinden sich mehrere Reihen kleinere, aber ebenfalls gestreckte Zellen, deren Wandungen keine Tüpfel aufweisen. Zwischen ihnen sind auch braune Pigmentschläuche, aber bedeutend kleinere, eingelagert. Im Querschnitt (Fig. 20) sehen wir die großen, länglich-ovalen, hellbraun gefärbten Zellen mit den eigenartigen, nur an 2—3 Stellen der Zellwand gelegenen Tüpfeln (I). Nach dem Innern zu werden die Zellen englumiger und die 3—5 innersten Reihen (II) sind klein, dünnwandig und ohne Tüpfel. Die beiden an das Endosperm anschließenden Zellschichten (III) sind gleichmäßig rund und sehr klein. Bei Behandlung mit Phloroglucin-Salzsäure färben sich nach gutem Aufhellen in Chloralhydrat die getüpfelten Zellen rot (I), die 6—7 innersten Zellen (II und III) dagegen nicht. Doch sind diese innersten Zellagen verkorkt, da sie sich mit Gentianaviolett tiefblau färben.

Der Bau des Endosperms ähnelt dem der übrigen Steinnüsse, doch bei genauer Untersuchung ist es gut von dem der Phytelephasarten und Coeloccussamen zu unterscheiden. Die Zellen sind langgestreckt und stark verdickt. Während aber bei Phytelephas die Zellen parallel nebeneinander sind, wird die parallele Lage unterbrochen bei Hyphaene. Die Porenkanäle sind weit seltener und ziemlich kurz, dadurch erhalten die Zellwände ein mehr knotig verdicktes Aussehen. Die Mittellamelle ist schon im Wasser oder Glyzerinpräparat sichtbar und tritt sehr deutlich nach Behandlung mit Kalilauge hervor. Die Breite der Zellwand ist bedeutend kleiner als bei Phytelephas, sie schwankt zwischen 36—57 μ, die Breite des Lumens ist 23—25 μ. Von Coelococcus unterscheidet sich Hyphaene durch das Fehlen von Kalkoxalaten in den Endospermzellen. Von der Dattel ist Hyphaene leicht durch Elemente der Samenhülle zu unterscheiden. Die Dattel besitzt langgestreckte, perlschnurartig verdickte Steinzellen, Hyphaene dagegen länglich ovale mit Verdickungen nur an den Berührungsflächen.

Pulver: Für die Pulveranalyse kommen außer den Endospermzellen, die sich durch ihre Größenverhältnisse und das Fehlen von Kalkoxalat von den übrigen, vegetabilisches Elfenbein liefernden Samen gut unterscheiden, Elemente der starken Samenhülle in Betracht mit ihren zum Teil getüpfelten, großen, runden Zellen, die sich mit Phloroglucin-Salzsäure rot färben, dann mit ihren zum Teil ungetüpfelten, englumigen und verkorkten Zellen der innersten Samenhülle. Von der gepulverten Dattel kann Hyphaene in ihren Abfällen ebenfalls leicht auf Grund der Kenntnis der Samenhülle unterschieden werden.

Überblick und Schlußfolgerungen.

Auf Grund unserer Untersuchungen sind die Literaturangaben über den Bau einiger monocotyler offizineller Samen in mehreren wesentlichen Punkten zu berichtigen.

Colchicum autumnale zeigt in Pharmakopoeen und Lehrbüchern ein nur wenig einheitliches Bild.

Entwicklungsgeschichtlich konnten wir 4 Zellagen unterscheiden und zwar entgegen den Literaturangaben in folgender Anordnung:

Erstens: eine ursprünglich großzellige, einreihige und dünnwandige Epidermis mit locker aneinandergereihten Zellen, aber mit braungefärbten Wandungen. Diese Lage ist nur entwicklungsgeschichtlich genau zu verfolgen.

Zweitens: meist 3 Reihen verschieden große parenchymatische Zellen ohne Farbstoff. In der Droge ist diese Zellage und die Epidermis, selbst bei entsprechender Aufhellung, nur als lockerer, zusammengefallener und nicht differenzierter Belag sichtbar.

Drittens: ein Gewebe aus meist 2 Reihen kleiner, gleichmäßig großer Zellen mit tiefbraunem Farbstoff und verdickten Wänden. Diese Zellage wird zumeist in Lehrbüchern bei Besprechung der Flächenbilder der gepulverten Droge als äußerste Schicht der Samenschale angegeben.

Viertens: eine in der Handelsware gänzlich zusammengefallene Lage von meist 2 Reihen, deren Zellumina nach kräftigem Aufhellen als feine Striche sichtbar sind, die Zellwände sind verkorkt. Diese Lage ist allein von Mez angegeben worden, doch fehlt bei ihm eine Orientierung über die übrigen Zellagen der Samenschale. Die Notitz von Netolitzky inbetreff der Verkorkung der Zellen der inneren Epidermis des äußeren Integumentes fanden wir nur insoweit bestätigt, daß echt verkorkte Zellen vorkommen, doch nicht, daß die innere Epidermis (Quadratzellen, von uns als 3. Zellage bezeichnete Schicht) diese Verkorkung aufweist, sondern vielmehr die 4. Zellage, hervorgegangen aus dem inneren Integumente.

Das Braunwerden der Samenschale beruht auf einem enzymatischen Prozeß, in dem die vorhandenen Tannide, die wir mit frisch bereiteter Ferrosulfatlösung nachweisen konnten, als Phlobaphene in den Zellwandungen niedergeschlagen werden. Experimentell konnten wir durch Einwirkenlassen von höheren Temperaturen das Enzym abtöten und so das Braunwerden verhindern. Die Tannide ließen sich auch nach Abtötung des Enzyms nachweisen.

Die Lage des Embryo fanden wir auf Grund sehr zahlreicher Beobachtungen an Samen verschiedener Provenienz und übereinstimmend mit D. A. V, Pharm. austr. VIII, Karsten, A. Meyer, Möller, Tschirch, Vogl und Zörnig als gegenüberliegend oder höchstens schräg gegenüber der Caruncula, entgegen den Angaben und Zeichnungen von Ph. H. IV, Gilg und Harz, die die Lage des Embryo als der Caruncula benachbart oder direkt unterhalb des Funiculus angeben. Durch die verschiedene Größe des sackartigen Funikularwulstes und unregelmäßiges Eintrocknen desselben kann eine geringe Verschiebung der Lage des Embryos zur Caruncula hin eintreten, die aber selten über ein „schräg gegenüber" hinausgeht.

Entgegen der Ansicht von Tschirch, daß die Samenanlage von Semen Sabadillae, analog der von Veratrum album, als hemianatrop zu bezeichnen sei, fanden wir die Ovula auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen der Samen von Veratrum nigrum und zufolge des Studiums des Verlaufs der Raphe an dem reifen Samen von Schoenocaulon officinale und von Veratrum album, welche Tschirch zu seinen entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen benutzt hat, als deutlich anatrop und somit die älteren Angaben in der Literatur bestätigt, daß die Anheftungsstelle (Hilum), am Ende des Samens und nicht seitlich in der Mitte der einen Längsseite zu suchen sei. Die Raphe setzt sich bei Semen Sabadillae aus 3—5, selten mehr zarten Spiralgefäßen zusammen, und wir konnten sie stets in ihrem ganzen Verlauf nachweisen, einmal wenn man die Samenschale ganz unter das Deckglas bringt, wie wir es im allgemeinen Teil angegeben haben, zum anderen, wenn man den ganzen Samen in drei Teile zerlegt und jedes Teilstück für sich untersucht. Nach Tschirchs Angaben und Zeichnung müßte der Teil des Samens, in dem der Embryo liegt, frei von Gefäßbündeln sein. Dieses ist nicht der Fall; wir fanden bei allen von uns untersuchten Exemplaren in allen Teilstücken die zarten Spiralgefäße, also auch in dem Teil, in dem der Embryo liegt (Hilum). Des weiteren ließen sich die Angaben von Nestler über das Vorhandensein von Raphiden auch im reifen Samen durch Untersuchungen an sehr reichlichem Material bestätigen. Und zwar beobachteten wir an Veratrum nigrum, daß in den Samenanlagen

und in sehr jungen Stadien des Samens reichlich Raphiden, die mit dem Heranwachsen des Samenkerns zum größten Teile gelöst werden, auftreten. Das Verschwinden der Kalkoxalate hängt nun insoweit mit dem Heranreifen des Samens zusammen, daß, wie Bassalik, Staehelin u. a. experimentell bewiesen haben, auf enzymatischem Wege (Oxydase) die Kalkoxalate gelöst und wieder in den Stoffwechsel einbezogen werden. Staehelin untersuchte nur die Fähigkeit säurefreier, chlorophylloser Pflanzenteile zur Verarbeitung der löslichen Oxalationen und hält es für denkbar, daß schwerlösliche Calciumverbindungen von säurefreien Pflanzen nicht abgebaut werden. Wir konnten entwicklungsgeschichtlich den Abbau der schwerlöslichen Calciumverbindungen mikroskopisch verfolgen und stellten gleichzeitig fest, daß nur in unmittelbarer Nähe der Bildungsstätten neuer Gewebe (Samenkern) die Calciumoxalate abgebaut wurden, daß dagegen in den entfernteren Teilen der Samenschale, wie z. B. in den kegelförmigen Fortsätzen oder in den breitrandigen Flügeln die Raphidenbündel nicht abgebaut werden.

Die sehr zahlreichen Raphiden in den Fruchtkapseln erleiden durch das Heranreifen ebenfalls keine Verminderung. Hier findet also beim Reifungsprozeß kein Abbau der Oxalate statt. Gestützt wird unsere Ansicht durch die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen der Samen und Früchte aus der Gruppe der Asparagoideae. In der Frucht und in den sehr jungen Stadien der Samen von Asparagus officinalis, Polygonatum multiflorum und Convallaria majalis sind zahlreiche Raphidenbündel vorhanden. Während nun in dem Samen mit dem Heranreifen die Oxalate gelöst werden, und zwar vollständig (der Samenkern füllt die Samenschale gänzlich aus), bleibt das Mengenverhältnis der Kalkoxalate in den Beerenfrüchten beim Heranreifen bestehen. Während also im Samen noch Energie zum Aufbau des Nährgewebes, das in ganz jungen Stadien noch nicht vorhanden und später noch flüssig ist, gebraucht wird, und hierzu sehr wahrscheinlich die Oxalationen mit herangezogen werden, findet bei den Früchten, wo keine neue Gewebearten gebildet werden, auch kein Abbau der Oxalationen statt. Stärke konnten wir im Endosperm von Schoenocaulon stets nachweisen, nicht aber in der Samenschale.

Das mikroskopische Bild der Samenschale von Schoenocaulon officinale ist in den Pharmakopöen und Lehrbüchern schärfer zu fassen. Wir fanden drei deutlich voneinander zu trennende Zellagen:

Erstens: eine Epidermis aus in der Längsrichtung des Samens gestreckten, prismatischen und verkorkten Zellen mit starker und dunkelbraun gefärbter Cuticula.

Zweitens: 3—5, in den schnabelartigen Fortsätzen mehr Lagen axial gestreckter, locker aneinander gefügter Parenchymzellen mit wenig gefärbten Wänden, und zwischen diesen, meist in den vorgewölbten Enden eingelagert, bedeutend größere Schlauchzellen mit Raphiden.

Drittens: 2—3, selten mehr Reihen gänzlich zusammengefallener, flacher Parenchymzellen, ebenfalls verkorkt.

Veratrum nigrum untersuchten wir entwicklungsgeschichtlich und fanden den anatomischen Bau des ausgereiften Samens mit dem uns zur Verfügung stehenden reifen Samen von Veratrum album übereinstimmend. Die Samenanlage ist anatrop. Am reifen Samen läuft von der Anheftungsstelle an der Basis (Hilum) die Raphe, aus 5 und mehr Spiralgefäßen bestehend, zur Spitze (Chalazza) hin. Die Spiralgefäße sind stärker entwickelt als bei Schoenocaulon officinale und finden sich etwa an der Begrenzungslinie vom äußeren und inneren Integumente.

Die Samenschale beider Veratrumsamen besteht aus 3 Zellagen.

Erstens: Eine Epidermis aus axialgestreckten, kurz prismatischen Zellen mit perlschnurartig verdickten Wänden und Korkeinlagerung.

Zweitens: 2—3, in den geflügelten Rändern und in den schnabelförmigen Fortsätzen mehr Reihen parenchymatischer Zellen mit eingelagerten, großen, schlauchähnlichen Raphidenzellen.

Drittens: 2—3 Reihen flacher, zusammengefallener, nicht verkorkter Zellen.

Wir finden also bei derselben Art gleichen anatomischen Bau, doch unterscheiden sich die Arten der einzelnen Gattung, in diesem Falle Veratrum album und Veratrum nigrum, von Schoenocaulon offinale makroskopisch und mikroskopisch, trotz des im wesentlichen gleichen Aufbaues des Samens.

Der Same von Schoenocaulon officinale ist ungeflügelt und hat eine verkorkte Epidermis ohne Poren und eine aus 2—3 Reihen bestehende innerste Zellage, gleichfalls verkorkt. Das Endosperm ist stark grobknotig verdickt mit flachen Poren.

Veratrum album und Veratrum nigrum sind breitgeflügelt, ihre Epidermis ist perlschnurartig verdickt und verkorkt, die innerste (dritte) Zellage dagegen unverkorkt. Das Endosperm ist nur schwach verdickt und zeigt keine Poren.

Dagegen sind die Unterschiede der Unterfamilien, wie Veratreae und Colchiceae ganz bedeutend. Die Samen der Veratreae sind langgestrekt, lanzettförmig, mit deutlich anatroper Samenanlage und haben eine gut ausgebildete Epidermis mit starker Cuticula und verkorkten Wandungen. Das Endosperm ist grobknotig verdickt mit flachen Poren oder unverdickt. Die Samen der Colchiceae sind kugelförmig mit hemianatroper Samenanlage. Die Epidermis ist dünnwandig, unverkorkt, zusammengefallen und ohne erkennbare Cuticula. Das Endosperm ist scharf getüpfelt.

Bei den Asparagoideae stellten wir einen gleichmäßigen anatomischen Aufbau der Samen fest, besonders verfolgten wir hier den gänzlichen Abbau der Calciumoxalatraphiden in der Samenschale, die nur dünn ist und auf allen Seiten dem Samenkern eng anliegt. Raphidenbündel in den Früchten erleiden beim Heranreifen keine Verminderung. Die einzelnen Arten unterscheiden sich auch hier deutlich voneinander.

Bei den Iridaceae ist das Habitusbild der Crocoideae gegenüber den Iridoideae, trotz einiger Übereinstimmungen im anatomischen Aufbau der Samen, wie anatrope Samenanlage und die verkorkten Querzellen der innersten Zellage der Samenschale, hervorgegangen aus dem inneren Integumente, ein sehr verschiedenes. Die Samen der Crocoideae sind kugelförmig und sehr klein, anatomisch zeigen sie eine Epidermis mit papillös vorgestülpten Zellen ohne erkennbare Cuticula, das Endosperm ist gleichmäßig stark verdickt ohne Poren.

Die Iridoideaesamen sind scheibenförmig, die Epidermis ist mit einer starken Cuticula versehen, das Endosperm ist ungleichmäßig verdickt und hat Porenkanäle.

Die einzelnen Arten zeigen dagegen das gleiche Habitusbild, so Crocus sativus L. und Crocus vernus L. und ebenso die drei

von uns untersuchten Iridoideaesamen, Iris pallida, Iris germanica und Iris sibirica.

Die Angabe Stscherbatscheffs, daß die Samenschale von Iris germanica aus 3 Schichten gebildet wird, von denen die zweite 4 Reihen stark ist und daß die ersten Reihen der Zellen des Endosperms sich von den übrigen durch ihre Zellform, die unverdickt und rechteckig ist, und durch ihren Inhalt, der nicht aus fettem Öl besteht, unterscheiden, fanden wir nicht bestätigt. Da uns entgegen Stscherbatscheff nicht nur 2 Stadien, sondern sämtliche Entwicklungsstadien zur Verfügung standen, konnten wir den Aufbau der Samenschale genau verfolgen und stellten fest:

Erstens: eine Epidermis aus polygonalen, verkorkten Zellen mit starker Cuticula und mit einem hellbraunen Farbstoff angefüllt.

Zweitens: eine Lage ungefärbter, dünnwandiger Parenchymzellen, die in sehr verschiedener Mächtigkeit auftreten. An der keilförmig zulaufenden Seite sind es etwa 6—8 Reihen, diese nehmen aber zur Breitseite hin an Zahl stark zu, um an der Mikropylarseite etwa 14—16 Reihen zu bilden. Unter dieser farblosen Parenchymschicht liegen 3—4, selten mehr Reihen kleiner, fast isodiametrischer Zellen mit schwach verdickten Wänden und mit einem tiefbraunen Farbstoff angefüllt.

Die letzte, aus dem inneren Integumente hervorgegangene Lage ist an der keilförmig zugespitzten Seite einreihig, an der breiten Gegenseite dagegen zweireihig und ist ebenfalls verkorkt. Diese quergestreckte Lage der innersten Samenschale tritt auch bei Crocus sativus und Crocus vernus auf und wird von Harz als Querzellenschicht bezeichnet. Stscherbatscheff selbst führt andere Inhaltsbestandteile dieser Zellage an, als wie er sie bei den Endospermzellen beobachtete. Dadurch, daß wir nicht nur entwicklungsgeschichtlich das Entstehen dieser Querzellen aus dem inneren Integumente nachweisen, sondern auch am reifen Samen den Nachweis der echten Verkorkung dieser Zellage erbringen konnten, ist bewiesen, daß diese Zellage der Samenschale und nicht dem Endosperm angehört. Denn bis jetzt existieren unseres Wissens noch keine Angaben über verkorkte Endospermzellen, wie auch wir bei unseren zahlreichen Färbungen nie auf solche gestoßen sind.

Bei Untersuchung der Palmensamen nahmen wir die Reihenfolge der Untersuchungen nach praktischen Gesichtspunkten vor. Zuerst untersuchten wir den offizinellen Palmsamen Areca catechu, dann die Öl und Fett liefernden Samen von Elaeis guineensis und Cocos nucifera. Drittens die im Produktionsland als Nährmittel, bei uns als Genußmittel dienende Dattel, deren Samen vermahlen zur Verfälschung von Kaffee- und Gewürzpulvern dienen und als vierte Gruppe die das vegetabilische Elfenbein liefernden Palmensamen von Phytelephas macrocarpa und Phytelephas microcarpa, Coelococcus salomonensis und Coelococcus carolinensis und Hyphaene thebaica, deren Fabrikationsrückstände bekanntlich auch zur Gewürz- und Drogenpulververfälschung dienen. Eine genaue Differenzierung der Samenschale ist bei einigen Palmensamen nicht immer möglich, da die verästelte Raphe, deren Abdruck als ein furchiges Netz auf der Handelsware oft sichtbar ist, meist mit dem sie umgebenden Gewebe an der Steinschale des Endokarps hängen bleibt und anderseits wieder Reste des Endokarps an der Hülle des Samenkerns haften.

Wir beschränkten uns in unseren Untersuchungen nur auf den Samenkern mit seiner Umhüllung, wie er in der Handelsware vorkommt, ohne Rücksicht auf die Raphe mit ihrem Gewebe, falls sie am Endokarp haften blieb, wir sprechen aber in diesem Fall von Samenhülle, nicht von Samenschale, zu der die Raphe gehören würde.

Allen Palmensamen gemeinsam fanden wir:

Erstens: die reihenweise parallel gerichteten Zellschichten der Samenschale mit Pigmentschläuchen, während die einzelnen Schichten sich zum Teil rechtwinklig kreuzen, und

Zweitens: die für die Pulverdiagnose wichtigen sklerosierten Zellen, herrührend aus der Samenschale (Areca catechu und Phoenix dactylifera) oder aus dem der Samenschale stets anhaftenden Endokarp.

Über Areca catechu liegen zahlreiche Arbeiten vor, so besonders eine entwicklungsgeschichtliche von Osenbrüg. Unsere Beobachtungen stimmen mit denen der Literatur überein, als neuen Befund konnten wir die Verkorkung des Parenchymgewebes der Samenschale nachweisen. Bei Elaeis guineensis hatten wir denselben Befund wie Meyer, d. h. reichlich der Samen-

schale anhaftende Steinzellen und darunter Zellen, die die verästelte Raphe umschließen. Diese letztgenannte Zellage ist von Harz, Möller, Hanausek und Vogl nicht mit angeführt und auch nicht gezeichnet. Entgegen der Ansicht von Meyer rechnen wir die Steinzellen zum Endokarp und nicht zum Raphengewebe und erst die darunterliegende farblose und nur sehr wenig verdickte Zellage, in die die Raphe eingebettet ist, zum Raphengewebe.

Auch hier sind die Zellen der Samenschale verkorkt.

Cocus nucifera hat ebenfalls eine verkorkte Samenhülle, und zwar sind die beiden innersten Zellagen verkorkt. Die äußerste Zellage mit ihren reichlichen Tüpfeln zeigt keine Verkorkung, wohl aber färbt sie sich mit Phloroglucin-Salzsäure rot.

Phoenix dactylifera zeigt eine Verkorkung der beiden innersten Zellagen (der 4—6reihigen Parenchymschicht und der 2reihigen, tiefbraun gefärbten innersten Schicht).

Bei den Phytelephantoideae fehlen in der Literatur genauere Angaben über die sehr dünne Samenhülle. Möller zeichnet ein Flächen- und Querschnittsbild, Vogl nur einzelne Elemente der Samenschale, doch unsere Untersuchungen weichen erheblich hiervon ab. Gut aufgehellte Flächenbilder zeigen langgestreckte, reihenweise angeordnete und wenig verdickte Zellen, deren einzelne Lagen sich kreuzen, und zwischen diesen eingelagert größere Pigmentschläuche. Bei tiefer geführten Schnitten sieht man die ersten Zellen des Endosperms, die polygonal, fast isodiametrisch, stark verdickt und ohne Poren sind. Die Samenhülle baut sich im Querschnitt aus 4—6 Reihen teils runder, teils etwas gestreckter Zellen auf, zwischen denen größere Zellen mit gefärbten Wänden liegen. Diesen schließen sich die äußersten Zellen der Epidermis an, die aus kleinen, polygonalen Zellen mit gleichmäßig verdickten Wänden ohne Poren bestehen. Letztere Zellage sah Möller irrtümlicherweise als Elemente der Samenschale an und zeichnet sie zur Samenschale gehörig in Quer- und Flächenschnitt (Mikroskopie der Nahrungsmittel). Die Zellwände der Samenhülle sind gleichfalls verkorkt.

Coelococcus carolinensis und Coelococeus salomonensis, deren mikroskopisches Bild der dünnen Samenschale nach unserem Wissen in der Literatur nicht niedergelegt ist, zeigen

folgenden Aufbau: 6—8, selten mehr Reihen schwach verdickter und stark zusammengefallener Parenchymzellen, darunter 2—3 Reihen sehr kleiner, schwach gestreckter aber verdickter Zellen mit schwarzbraunem Inhalt. Beide Lagen sind verkorkt.

Hyphaene thebaica besitzt eine Samenhülle, deren Außenschicht aus locker aneinander gereihten Zellen besteht, deren Wände nur an den Berührungsflächen perlschnurartig verdickt sind, sie färben sich mit Phloroglucin-Salzsäure rot. Weiter nach innen schließen die Zellen enger aneinander und zeigen nicht mehr die perlschnurartige Verdickung, sind aber, wie auch die beiden innersten Reihen sehr kleiner und tiefbraun gefärbter Zellen, verkorkt.

Eine klare Unterscheidung der drei vegetabilisches Elfenbein liefernden Drogen (Phytelephas, Coelococcus und Hyphaene) konnten wir auf Grund der im Coelococcussamen vorhandenen Oxalateinzelkristalle herbeiführen. Die Samen der Coelococcusarten führen in den Endospermzellen je einen Einzelkristall, Phytelephas und Hyphaene nicht. Die beiden letzteren lassen sich nun leicht auf Grund der Kenntnis ihrer Samenhüllen und der Größenverhältnisse ihrer Endospermzellen unterscheiden.

Wir sind nicht in der Lage, für die Gruppe der Liliiflorae und der Palmae einen gemeinschaftlichen Typus aufzustellen. Dieses ist nicht einmal bei den einzelnen Familien, Unterfamilien und Gattungen möglich, hingegen stimmen die einzelnen Arten sehr überein; so zeigen, wie oben angegeben, Veratrum album und Veratrum nigrum den gleichen Aufbau: eine anatrope Samenanlage, die lanzettförmige Gestalt des Samens, breitgeflügelt mit schnabelförmigen Fortsätzen, mikroskopisch eine stark entwickelte Epidermis, mit perlschnurartigen Verdickungen im Flächenbild und verkorkt, Raphiden im Parenchymgewebe der Samenschale und dünnwandiges Endosperm.

Mit Schoenocaulon officinale, das zur Familie der Veratreae gehört, haben sie die anatrope Samenanlage, die gestreckte Gestalt und das Vorkommen von Raphiden gemeinsam, doch unterscheiden sie sich durch die Farbe, die bei Schoenocaulon tiefbraun, und durch die Gestalt, die nicht geflügelt ist. Mikroskopisch hat Schoenocaulon eine Epidermis, die keine perlschnurartige Verdickung aufweist, wohl aber verkorkt ist, doch ist hier

auch noch die innerste Zellage der Samenschale verkorkt, das Endosperm ist grobknotig verdickt.

Noch größer werden die Unterschiede bei den einzelnen Unterfamilien, wie Colchiceae und Veratreae, auf die wir schon hingewiesen haben.

Die drei Samen der Iridoideae zeigen das gleiche makroskopische und mikroskopische Bild. Die Samen sind braun und scheibenförmig. Sie haben eine Epidermis mit starker und verkorkter Cuticula, darunter eine Lage farblose Parenchymzellen und unter diesen 3—4 Reihen tiefbraungefärbter Zellen und als innerste Zellage 1—2 Reihen verkorkter Querzellen. Das Endosperm ist stark verdickt und hat zahlreiche Poren.

Ebenso haben die Crocoideae, Crocus vernus und Crocus sativus den gleichen Aufbau. Sie sind kugelförmig, rotbraun. Die Epidermis ist papillös vorgestülpt. Als innerste Lage eine Reihe verkorkter Querzellen.

Von den anderen Samen haben wir nur je eine Art untersucht und können daher keine Vergleiche ziehen.

Netolitzky macht als erster auf das Vorkommen echt verkorkter Zellen in der Samenschale bei Colchicum aufmerksam. Wir untersuchten daher auf Verkorkung der Zellen und konnten diese auch in allen Samen nachweisen. Zur Färbung verwandten wir Gentianaviolett und gingen bei allen Samen nach dem bei Colchicum autumnale beschriebenen Verfahren vor.

Im Anschluß bringen wir eine Tabelle zur Bestimmung der Ganzdrogen und um für die Praxis eine Untersuchung und Identifizierung der in Betracht kommenden Samen in Pulverform zu erleichtern, stellten wir einen Bestimmungsschlüssel zusammen, welcher es ermöglicht, auf Grund der mikroskopisch-anatomischen Merkmale die Samen im zerkleinerten Zustande leicht voneinander zu unterscheiden.

Als Hauptunterschied dient das Vorkommen von Steinzellen und Pigmentschläuchen in den sich teilweise rechtwinklig kreuzenden Zellagen der Samenschale, bzw. der Samenhülle der Palmen.

Die Untergruppen ließen sich auf Grund des verschieden verdickten Endosperms einteilen.

Im übrigen verweisen wir auf die Anordnung des Schlüssels.

Schlüssel zur Bestimmung der Ganzdrogen.

I. Die Samen unter 1,5 cm lang und unter 0,5 cm im Querdurchmesser = ... Liliiflorae.

1. Same kugelförmig, stellenweise nur flach abgeplattet.

A. Same unter 2,5 mm im Querdurchmesser, fein punktiert, braun:

a) kugelig, am Hilum etwas verschmälert und etwas heller an Farbe. Die Raphe als dunkler Streifen bis zum Gegenpol gut erkennbar = ... Crocus sativus, Crocus vernus.

b) kugelig, stets an einer Seite mit deutlichem, geschrumpftem Nabelstrangrest, oft auch mit einer gegenüberliegenden kleinen Spitze (Mikropyle) = Colchicum autumnale.

B. Same, über 3 mm im Querdurchmesser, glatt:

a) halbkugelig, abgeplattet, schwarz, glänzend = Asparagus officinalis.

b) kugelig, kantig abgeplattet, hellbraun, glänzend = Convallaria majalis.

c) kugelig, kantig abgeplattet, mattgrün = Polygonatum multiflorum.

2. Same zumeist scheibenförmig abgeplattet, zur Anheftungsstelle hin keilförmig verschmälert:

a) scheibenförmig, Samen in jedem Fache der Fruchtkapsel in einer Reihe angeordnet = Iris pallida, Iris germanica.

b) halbmondförmig, Samen in jedem Fache der Fruchtkapsel in 2 Reihen angeordnet = . . Iris sibirica.

3. Same, mehr oder weniger lanzettförmig, gestreckt.

A. Same breitgeflügelt:

a) gelbbraun, schwach glänzend = Veratrum nigrum.

b) weiß-gelblich, matt = ... Veratrum album.

B. Same nicht geflügelt, mit schnabelartigen Fortsätzen an beiden Enden, braun bis schwarzbraun = Schoenocaulon officinale.

II. Die Samen über 1,5 cm lang und über 0,5 cm im Querdurchmesser = ... Palmae.

1. Same kugelförmig, bzw. gerundet und teilweise abgeflacht und nur um weniges höher als breit.

A. Same mit großer zentraler Endospermhöhlung:

a) etwa 3,5 cm hoch und 3 cm im Querdurchmesser, stumpfkegelförmig, mit breiter Basis, in der Spitze die Höhlung des Embryos = Hyphaene thebaica.

b) bis 12 und mehr Zentimeter im Querdurchmesser, kugelig bis elliptisch = ... Cocos nucifera.

B. Same mit länglicher, schmaler Endospermspalte:

a) bis 2 cm lang und bis 1,5 cm im Querdurchmesser, eiförmig, dunkelbraun, fast schwarz = Elaeis guineensis.

b) bis 4 cm lang und bis 3 cm im Querdurchmesser, von der Form eines Kugelausschnittes, braun = Phytelephas macrocarpa, Phytelephas microcarpa.

C. Same mit einer nach innen zu sich stark erweiternden Höhlung, die kleine am Scheitel gelegene Embryohöhle mit kreisrundem, in der Droge meist fehlendem Deckel:

a) bis 8 cm im Querdurchmesser, braunschwarz, glänzend, etwas streifig = . . . Coelococcus carolinensis.

b) bis 6 cm im Querdurchmesser, mit 10 mehr oder weniger hervortretenden Leisten, von der Raphenhöhlung ausgehend = Coelococcus salomonensis.

2. Same stumpfkegelförmig, selten etwas plattgedrückt, bis 3 cm hoch und bis 2,5 cm im Querdurchmesser, Ruminationsgewebe mit im Innern mehr oder weniger starker unregelmäßiger Zerklüftung = ... Areca catechu.

3. Same walzenförmig, bis 3 cm lang und bis 1 cm im Querdurchmesser. Auf der Bauchseite mit tiefer Längsfurche = Phoenix dactylifera.

Schlüssel zur Bestimmung des Samens in Pulverform.

I. Mit Steinzellen, herrührend aus der Samenschale (Phoenix und Areca) oder aus dem der Samenschale stets anhaftenden Endokarp. Die Zellen der verschiedenen Schichten der Samenschale nicht in gleicher Richtung verlaufend, vielfach rechtwinklig sich kreuzend. Mit Pigmentschläuchen = ... Palmae.

A. Endosperm stark verdickt, mit langen Porenkanälen.

1. Mit Ruminationsgewebe. Steinzellen meist allseitig, teilweise U-förmig verdickt. Endospermzellen polyedrisch. Gewebe des Embryo mit Raphiden (selten) =
Areca catechu.

2. Ohne Ruminationsgewebe:

a) Kalkoxalate:

Oxalateinzelkristalle, meist im schmaleren Ende der Endospermzellen gelegen. Die Steinzellen des anhaftenden Endokarps flach, mit engem Lumen. Endospermzellen 80—90 μ lang, 30—50 μ breit, die Breite des Lumens 20—32 μ, die Konturen der Zellen nach Behandlung mit KOH gut erkennbar =
Coelococcus carolinensis,
Coelococcus salomonensis.

b) Keine Kalkoxalate:

* Steinzellen des anhaftenden Endokarps flach und englumig. Elemente der dünnen Samenschale nicht sehr reichlich. Endospermzellen 150—200 μ lang, 60—100 μ breit, die Breite des Lumens 40—60 μ, die Zellkonturen des Endosperms auch nach Behandlung mit KOH nur schwierig erkennbar. Porenkanäle sehr lang, fühlerförmig, zur Mittellamelle hin kolbig erweitert =
Phytelephas macrocarpa,
Phytelephas microcarpa.

** Steinzellen weitlumig, nur schwach verdickt, Tüpfel nur an den Berührungsstellen. Elemente der braunen Samenschale und des teilweise anhaftenden Endokarps

häufig. Endospermzellen 35—60 μ lang, 28—35 μ breit, die Breite des Lumens 22—25 μ; Zellkonturen gut erkennbar. Die locker aneinander gereihten Zellen der äußersten Samenumhüllung mit perlschnurartigen Verdickungen an den Berührungsflächen, die darunter liegenden, dichter anschließenden mit kurzspaltigen Poren; die innerste Zellage klein, dünnwandig und ohne Tüpfel. Weder Epidermis noch Trennungslinie zwischen Samenschale und Endokarp erkennbar = Hyphaene thebaica.

*** Steinzellen weitlumig langgestreckt, im ganzen Umfange mit perlschnurartigen Verdickungen. Oft Reste der zartwandigen, langgestreckten Zellen des Endokarps (Flächenbild) Endospermzellen 50—60 μ lang, 25—30 μ breit, die Breite des Lumens 15—20 μ, Zellkonturen gut erkennbar. Unter den langen, perlschnurartig verdickten Zellen der Epidermis der Samenschale Parenchymzellen mit besonders reichlichen, leicht sichtbaren schlauchähnlichen Pigmentzellen = Phoenix dactylifera.

B. Endosperm grobknotig verdickt, mit kurzen Poren.

Die Steinzellen des Endokarps im Flächenbild englumig, mit perlschnurartig verdickten Wänden. Die knotigen Verdickungen der Endospermzellen in der Längsansicht besonders an den kurzen Querwänden deutlich sichtbar, im Querschnitt die Endospermzellen polygonal, fast rund und auf der Ober- und Unterseite meist mit etwa je 6—8 kreisrunden Poren = Elaeis guineensis.

C. Endosperm nur schwach verdickt.

Die Steinzellen des Endokarps flach, mit weitem Lumen, perlschnurartig verdickt. Reichliche Fettkristalle und Aleuron im Zellinhalt. Nach entsprechender Anquellung lassen die Querwände der Endospermzellen die mäßige Verdickung deutlich erkennen = ... Cocos nucifera.

II. Ohne Steinzellen. Die Zellen der verschiedenen Schichten der Samenschale stets in gleicher Richtung verlaufend. Ohne Pigmentschläuche = ... Liliiflorae.

A. Endosperm stark verdickt, mit Porenkanälen.

1. Mit Raphiden (aus dem anhaftenden Endokarp) Samenschale hellgrün. Flächenbilder mit großen polygonalen Zellen des anhaftenden Endokarps mit reichlichen Raphidenbündeln, darunter dünnwandige parenchymatische Zellen der Samenschale = . . Polygonatum multiflorum.

2. Ohne Raphiden:

a) Samenschale hellbraun, sehr schmal. Keine Stärke. Flächenbilder mit großen, dünnwandigen, polygonalen Zellen der Samenschale und den anhaftenden Zellen der äußeren Schicht des Endosperms, diese allseitig verdickt, polygonal und ohne Poren = Convallaria majalis.

b) Samenschale dunkelbraun:

* Wenig Stärke aus der Caruncula. Flächenbilder mit dickwandigen, braunen, polygonalen Zellen der dritten Zellage, ferner solche der Caruncula mit großen isodiametrischen Zellen mit deutlichen Interzellularen. Querschnittsbilder der Samenschale seltener und schwierig in ihrer Zellage erkennbar = Colchicum autumnale.

** Keine Stärke. Flächenbilder mit großen, polygonalen Zellen der Epidermis mit verdickten Wandungen. In den Querschnittsbildern der an sich stärker entwickelten Samenschale die Epidermiszellen mit starker Cuticula und mit gelblich-braunem Farbstoff, darunter 8—10 und mehr Reihen nach innen kleiner werdender Parenchymzellen ohne Farbstoff, dann meist 4 Reihen kleiner, tiefbraun gefärbter Zellen mit schwach verdickten Wänden. Als letzte Lage 1—2 Reihen Querzellen ohne Farbstoff. Das strahlig angeordnete Endosperm ist nicht so stark verdickt wie bei Colchicum autumnale = ... Iris pallida,
Iris germanica,
Iris sibirica.

c) Samenschale schwarz. Nach stärkerem Aufhellen in Chloralhydrat heben sich im Flächenbild die Epidermiszellen als helles, farbloses Netz von dem schwarzen Grunde des Zellinhaltes scharf ab = Asparagus officinalis.

B. Endosperm grobknotig verdickt, mit kurzen Poren.

In der Samenschale Raphiden von Kalkoxalat, in einzelnen Endospermzellen Stärke. Flächenbild der dunkelbraunen Samenschale mit großlumigen Zellen, deren Wände oft gewellt, darunter dünnwandiges Parenchymgewebe = Schoenocaulon officinale.

C. Endosperm gleichmäßig verdickt, ohne Knoten und ohne Poren.

Epidermiszellen papillös ausgestülpt, deshalb im Flächenbild polygonale Zellen mit deutlicher innerer Papillarbegrenzung = ... Crocus sativus, Crocus vernus.

D. Endosperm schwach verdickt. Epidermis der Samenschale mit perlschnurartigen Verdickungen der Wände. Lange Schlauchzellen mit Raphiden:

a) Länge der Schlauchzellen 200—500 μ, im Mittel 400 μ, Länge der Raphiden bis 100 μ, im Mittel 70 μ. = Veratrum nigrum.

b) Länge der Schlauchzellen stets unter 200 μ, Länge der Raphiden stets unter 50 μ = . . . Veratrum album.

Figuren.

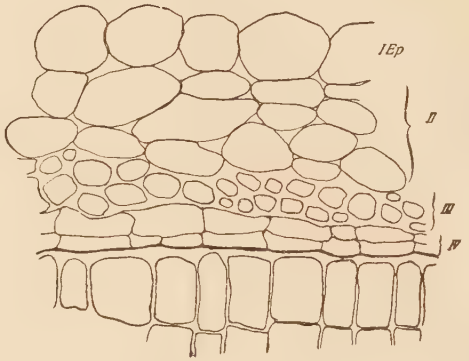
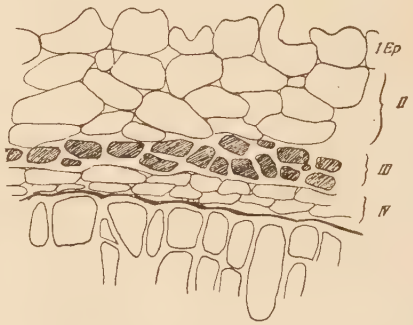


Fig. 1. Colchicum autumnale L. (Querschnitt).



Colchicum autumnale L.
Samen aus fast reifen, aber noch geschlossenen Kapseln.

Fig. 2.

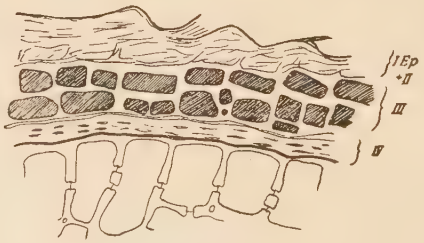


Fig. 3.

Colchicum autumnale L.
Ausgereifter und getrockneter Samen (Handelsware).

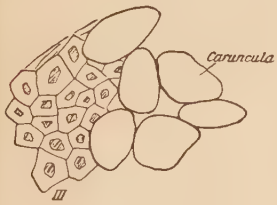


Fig. 4.
Colchicum autumnale L.
Flächenbild
des reifen Samens.

Fig. 5.
Veratrum nigrum.
Die befruchtete Blüte.

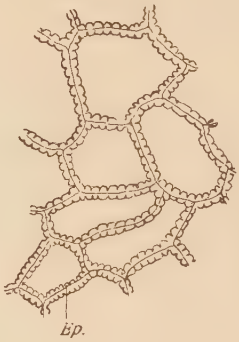


Fig. 6.
Veratrum nigrum.
Flächenbild
des reifen Samens.

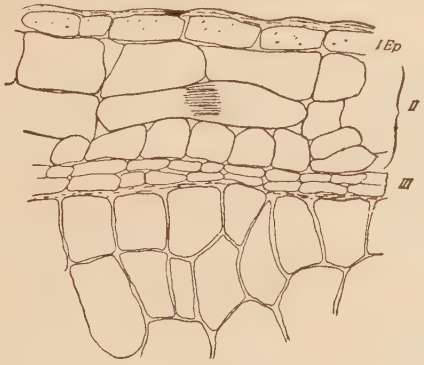


Fig. 7.
Veratrum nigrum. Reife Samen (Längsschnitt).

Fig. 8.
Veratrum nigrum.
Reife Samen
(Raphidenzelle).

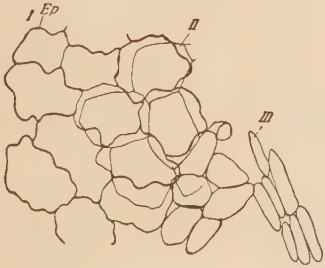


Fig. 9. Schoenocaulon officinale.
Flächenbild.

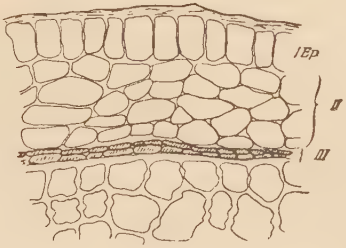


Fig. 10. Schoenocaulon officinale.
Querschnitt.

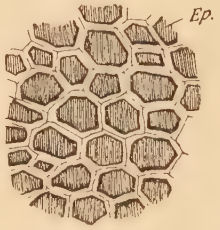


Fig. 11.
Asparagus officinales L.
Flächenbild.

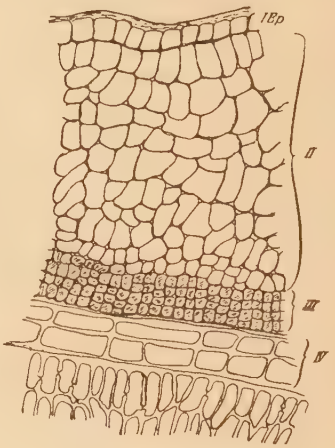


Fig. 12.
Iris germanica L. und Iris pallida L.
Querschnittsbild des reifen Samens.

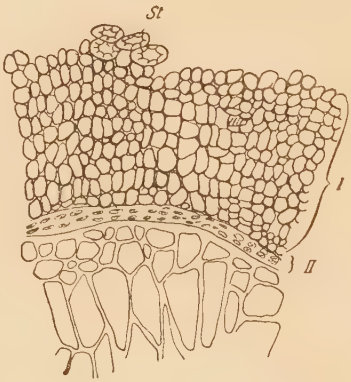


Fig. 13.
Cocos nucifera L.
Querschnitt.

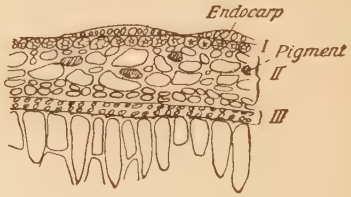


Fig. 14.
Phoenix dactylifera L.
Querschnitt.

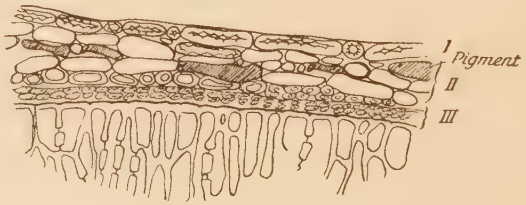


Fig. 15. Phoenix dactylifera L.
Längsschnitt.

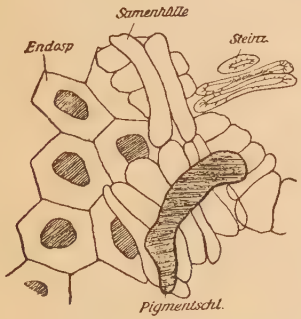


Fig. 16. Flächenbild.

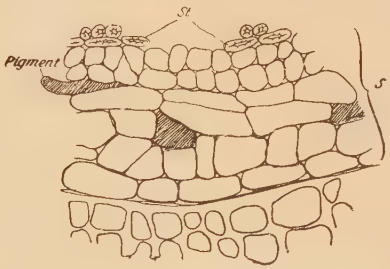


Fig. 17. Querschnitt.

Phytelephas macrocarpa Ruiz et Pavon.
Phytelephas microcarpa Ruiz et Pavon.

Fig. 18. Querschnitt.

Coelococcus salomonensis Warb. und Coelococcus carolinensis Dingler.

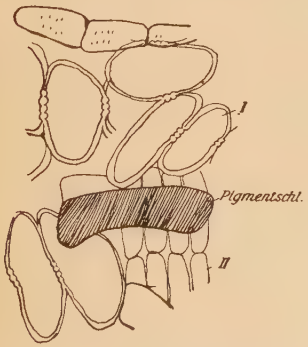


Fig. 19. Flächenbild.

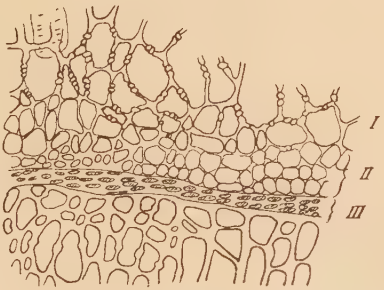


Fig. 20. Querschnitt.

Hyphaene thebaica Mart.

Literaturverzeichnis.

Archiv der Pharmacie 1884, Bd. XXII.

Arzneibuch des deutschen Reiches, V. Aufl., D. A. V.

Berg, O., Anatomischer Atlas zur pharmazeutischen Warenkunde, Berlin 1865.

Dragendorff, Die Heilpflanzen, Stuttgart 1898.

Engler-Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, Leipzig 1897.

Flückiger, F. A., Pharmakognosie des Pflanzenreiches, III. Aufl., Berlin 1891.

Gilg-Brandt, Lehrbuch der Pharmacognosie, II. und III. Aufl., Berlin 1922.

Guignard, Plantes officinales, Paris 1918.

Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie, V. Aufl., Leipzig 1918.

Harz, Landwirtschaftliche Samenkunde, Berlin 1885.

Hartwich, Handbuch der Nahrungsmitteluntersuchung, II. Bd., Leipzig 1915.

Hanausek, T. F., Chemiker-Zeitung 1886, 10, 701.

Karsten, Lehrbuch der Pharmacognosie, Jena 1903.

Mez, Mikroskopische Untersuchungen, vorgeschrieben vom Deutschen Arzneibuch, Berlin 1902.

Meyer, A., Wissenschaftliche Drogenkunde, Berlin 1891.

Meyer, A., Die Grundlagen und Methoden für die mikroskopische Untersuchung von Pflanzenpulvern, Jena 1901.

Möller, J., Leitfaden zu mikroskopisch-pharmakognostischen Übungen, Wien 1901.

Möller, J., Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel. II. Aufl., Berlin 1905.

Möller, J., Lehrbuch der Pharmakognosie, Wien 1906.

Möller, J., Mitteilungen des k. k. technologischen Gewerbemuseums, Wien 1880, 6.

Netolitzky, Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. XII.

Nestler, Jahresbericht der Pharmacie, 38. Jahrgang, 1903.

Osenbrüg, Th., Über die Entwicklung des Samens der Areca Catechu und die Bedeutung der Rumination, Dissertation Marburg, 1894.

Pharmacopoea Austriaca VIII.

Pharmacopoea Helvetica IV.

Real-Enzyklopädie der gesamten Pharmazie, II. Aufl., Berlin und Wien 1907.

Staehelin, Die Rolle der Oxalsäure in der Pflanze, Inaugural-Dissertation Berlin, 1919.

Stscherbatscheff, Archiv der Pharmacie, Bd. 245, 1907.

Schneider, The Microanalysis of Powdered vegetable Drugs, II Aufl., Philadelphia 1920.
Straßburger-Koernicke, Das botanische Praktikum, V. Aufl., Jena 1913.
O. Tunmann, Pflanzenmikrochemie, Berlin 1913.
Tschirch, Handbuch der Pharmacognosie, Leipzig 1917.
Tschirch, Schweizer Apotheker-Zeitung, Nr. 36, 1918.
Vogl, Pharmakognosie, Wien 1892.
Vogl, Die wichtigsten vegetabilischen Nahrungs- und Genußmittel, Berlin und Wien 1899.
Vogl, Anatomischer Atlas zur Pharmakognosie.
Vogl, Commentar zum anatomischen Atlas.
Warburg, Verbreitung, System und Verwertung der polynesischen Steinnußpalmen, Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft 96, XIV.
Wendland, Beiträge zur Kenntnis der Palmen, 1878.
Wittstein, Handwörterbuch der Pharmacognosie, Berlin 1882.
v. Wiesner, Die Rohstoffe des Pflanzenreichs, Leipzig 1921.
Zörnig, Arzneidrogen, Leipzig 1909.
Zörnig, Tabelle zur mikroskopischen Bestimmung der offizinellen Drogenpulver, Berlin 1912.

Curriculum vitae.

Ich, Karl Ludwig Schulte, wurde in Ohle in Westfalen am 23. November 1891 als Sohn des Fabrikbesitzers Heinrich Schulte und dessen Gattin Sophie geb. Haustedt geboren.

Ich besuchte die Volksschule in Ohle, von 1902—1904 das Progymnasium in Altena in Westfalen und von 1904—1910 das Ratsgymnasium zu Osnabrück, welches ich mit Primareife verließ, um in der Hirschapotheke zu Osnabrück eine dreijährige Lehrzeit zu absolvieren. 1913—1914 war ich als Assistent in Frankfurt am Main tätig und bezog Sommersemester 1914 die Universität Bonn. Mein Studium wurde vom Krieg unterbrochen, August 1914 trat ich als Kriegsfreiwilliger ein und blieb bis Frühjahr 1920 als Offizier im Dienst. 1919 verheiratete ich mich mit Charlotte Schröder, Tochter des Hamburger Kaufmanns Herrn Joachim Schröder und seiner Gemahlin Louise geb. Stöhlmaker. Februar 1920 nahm ich an der Universität Hamburg meine Studien wieder auf und bezog im Sommersemester 1920 die Universität München, wo ich im Wintersemester 1920/21 die Staatsprüfung ablegte. Sommersemester 1921 wurde ich an der Universität Basel immatrikuliert und begann unter Leitung von Herrn Prof. Dr. H. Zörnig vorliegende Arbeit. Wintersemester 1922 bereitete ich mich zur eidgenössischen Maturität vor, welche ich im Herbst 1923 bestand. Im Frühjahr 1924 legte ich die Assistentenprüfung in Basel ab und im Herbst 1924 die pharmazeutische Fachprüfung.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen und Übungen folgender Herren Professoren und Dozenten:

Anschütz, Casparis, Doerr, Esenbeck, Goebel, Goos, Klebahn, Kreis, Paneth, Rabe, Senn, Vischer, Voigt, Wagner, Willstätter und Zörnig.